

L'AMMONIACA E LE SUE APPLICAZIONI

DISSERTAZIONE

PRESENTATA ALLA

COMMISSIONE ESAMINATRICE

DELLA

R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Torino

DA

GARNERI VIRGINIO

DA TORINO

per ottenere il diploma di laurea

DI

INGEGNERE CIVILE

1873

TORINO

TIPOGRAFIA EREDI BOTTA

VIA DELLE ORFANE, PALAZZO BAROLO

1873.

L'AMMINISTRAZIONE DELLE APPLICAZIONI

DISSERTAZIONE

PRESENTATA ALLA

COMMISSIONE ESAMINATRICE

PER

LA NOMINA A PROFESSIONE DEL DOTTORATO IN GIURISPRUDENZA

DI GIURISPRUDENZA

IN DIRITTO

DELLA UNIVERSITÀ DI TORINO

INGEGNERE CIVILE

1873

TORINO

LIBRERIA DELLE UNIVERSITÀ

IN VIA S. CARLO 10

1873

A CHI MI DIÈ VITA
M'EDUCÒ, M'ISTRUI
PRIMO TRIBUTO D'AFFETTO
E DI RICONOSCENZA

L'AMMIRAGLIA E LE SUE APPLICAZIONI

A CHI MI DICE VIVA

M. DODD - VISTORI

PRIMO TRIBUTO D'ATTITO

E MI RINGRANZIARLA

L'AMMONIACA E LE SUE APPLICAZIONI

Non v'ha dubbio, che il gas ammoniacco, applicato come forza motrice, è nella sua infanzia e gli occorrerà tempo e continuato uso prima che ne sviluppi i vantaggi nello stesso modo, che pel vapor d'acqua si passò dalla macchina di Newcoman a quelle perfezionate dei nostri giorni.

(*Scient. Amer.*, 23 settembre 1871.)

Il risultato soddisfacente di parecchie esperienze fatte a New-Orleans sopra una macchina stradale a gas ammoniacco liquefatto, la semplicità e nello stesso tempo la novità dell'argomento, e soprattutto poi l'utile indiscutibile, che da tale macchina sarebbe per derivarne alle industrie d'ogni natura, mi ha spinto ad intraprenderne lo svolgimento. La brevità del tempo e con essa il laconico linguaggio richiesto da una dissertazione di laurea mi costrinsero a ridurre alla massima semplicità gl'innumerevoli argomenti che da questo soggetto naturalmente ne derivavano, ed in qualche caso persino a lasciarli. Comunque voglia il giudizio del lettore essermi benigno e perdonarmi i gravi errori, che qua e là saranno incorsi in questo primo mio lavoro, e dal suo favore ne ritrarrò forza e coraggio per l'avvenire.

Generalità.

1° *Etimologia.* — Dall'Oriente e più specialmente dalla Libia, dall'Egitto e dalle contrade circonvicine, veniva importata in Europa una sostanza detta *sale ammoniaco*, perchè veniva estratto dalla calcinazione degli sterchi dei cammelli, raccolti nella sabbia, che in greco dicesi *ἀμμος*; calcinazione, che in tali paesi è fatta su grande scala, servendo tale corpo quasi di combustibile in mancanza di legno, che a tali latitudini è assai raro. Altri vogliono, che il suo nome venga dal nome Ammonia di una contrada della Libia; comunque sia, anche dopo le chimiche analisi essa conserva ancora questo nome reso così volgare dalle innumerevoli sue applicazioni nella vita pratica e nel campo industriale. È questa sostanza, che, mescolata con parti eguali di calce viva, dà sviluppo abbondante di un gas, che prese dal sale il nome di *gas ammoniaco*.

2° *Ammoniaca allo stato gassoso.* — Alla temperatura ordinaria ed alla naturale pressione l'ammoniaca è dunque un corpo gassoso incolore, di un odore acre e pungente, che eccita la lacrimazione; esso è munito di una potente azione alcalina, che lo rende così comune nei laboratorii e nelle farmacie, e che gli ha fatto anche assumere il nome di *alcali volatile*. Non è però permanente; diffatti a -33° e sotto la pressione di 1^a atmosfera diventa liquido; ed a -75° nelle stesse condizioni si solidifica. Improprio alla respirazione esercita un'azione vivissima sull'economia animale, però non così nociva, come secondo alcuni parrebbe, ed a questo proposito citerò un aneddoto che uno dei più distinti scienziati contemporanei, l'ingegnere Tellier, racconta a questo riguardo. Egli dice, che dopo avere abbandonato i suoi studi sull'ammoniaca per un potente mal di gola, che egli attribuiva a

queste operazioni, dovette ancor ammalato trascurare i necessari riguardi e costringersi a respirarne in gran quantità; or bene, il mal di gola scomparve, e più mai la sua salute ebbe a soffrire dei vapori ammoniacali. Non è combustibile nell'aria atmosferica, anzi non permette la combustione, e se vi si pone un cerino dentro s'ingiallisce la fiamma e poi si spegne. È stabilissimo e non lo si può scomporre, che facendo uso d'una scintilla elettrica, o riscaldandolo in presenza di fili metallici, che pare abbiano in tale operazione lo scopo di aiutare la scomposizione coll'assorbire alquanto l'azoto, o finalmente riscaldandolo al rosso.

Scomposto, dà luogo a due gas permanenti entrambi, l'azoto e l'idrogeno, e due litri di gas ammoniacco ne danno, secondo accuratissime analisi, uno di azoto e tre d'idrogeno; ora, tenendo conto che 1 litro di azoto pesa . . . 1st 25658
 3 litri d'idrogeno pesano 0st 26883

 2 litri d'ammoniaca peseranno 1st 52541

e quindi 1 litro peserà 0st, 7627, numero assai poco differente da quello dato dalla tavola di Régnault, 0,772. Prendendo dunque l'aria per unità, la densità specifica di questo gas a 0° e sotto la pressione di 0,76, sarà dunque $\frac{0,763}{1,293} = 0,589$, numero stato confermato dalle esperienze di Bunsen, e poco dissimile da quello dato da Biot ed Arago, 0,5967. L'ammoniaca è dunque un gas leggerissimo, più ancora che il vapor d'acqua, che ha una densità di 0,622 sotto la stessa pressione, ma a 100°.

Favre e Silbermann nelle loro ultime esperienze trovarono pel calorico latente di vaporizzazione 500 calorie; Régnault portò il numero a 514 a 0°. Certamente però questo numero è esagerato, poichè, adottando la formola data dalla termodinamica per i vapori saturi, questo calorico viene assai più piccolo, e non arriva a 0° a 450 calorie.

Diffatti dicendo:

γ le calorie di vaporizzazione a t centigradi,

δ la densità tabulare del vapore, vale a dire a 100° sotto la pressione di 1^{at}

b e c i due coefficienti della formola di Rankine

$$\log.p = a - \frac{b}{\tau} - \frac{c}{\tau^2}$$

τ la temperatura assoluta corrispondente a $t + 273^\circ$

$$\gamma = \frac{0.158573}{\delta} (b + 2\frac{c}{\tau})$$

Ora la densità tabulare del gas ammoniacco considerato come vapore è $0,589 \frac{273}{373} = 0,430$ circa:

$b = 1058.4102$ $c = 20255.2855$ dalle tavole: dunque per

$$\tau = 273. \gamma = \frac{0.158573}{0.430} \left(1058.4102 + 2 \frac{20255.2855}{273} \right) = 445, \text{ cal.}$$

Se però si tien conto dell'enorme difficoltà di separare completamente questo gas dall'acqua o dal cloruro d'argento, o dal cloruro di calcio, che si formano nel matraccio preparatore durante lo sviluppo del gas, si comprenderà di leggieri come possa succedere tale aumento sperimentalmente. Siccome però il numero 500 pare confermato nelle esperienze recentissime di Carré sul suo apparecchio congelatore, esperienze ripetute più e più volte, io riterrò questo numero come esatto, non adottando il precedente che nei calcoli termodinamici, allorchè passerò all'esame dell'ammoniaca come forza industriale. Quanto poi al potere rifrangente di questo gas, sta a quello dell'aria come 2,16851 : 1, e considerato in modo assoluto esso è 0,000762349 secondo Berzelius. La caloricità del gas ammoniacco è 0,5083 in peso, 0,2996 in volume.

Esso è altamente solubile nell'acqua, talchè alla temperatura media dei nostri climi l'acqua ne assorbe fino a 600 volte il suo volume di gas, e secondo Bunsen a 0° può perfino

assorbirne 1049.6 volte, ed in tale assorbimento cresce di $\frac{1}{3}$ il suo volume. Ma su questo argomento ritornerò parlando dell'ammoniaca liquida assai più distesamente, essendo quest'assorbimento una delle proprietà caratteristiche di questo corpo. S'è visto come scomposto dia luogo a due gas, idrogeno ed azoto, anzi tanto colla teoria degli equivalenti, quanto con quella atomica, la sua formola è AzH^3 : ossia è un composto binario di Az e di H nelle proporzioni di tre equivalenti od atomi d'idrogeno con uno di azoto. Oltre l'acqua anche i cloruri assorbono prontamente questo gas, ed il cloruro d'argento secco ogni 100^{gr} ne assorbe 150 pollici cubici secondo Faraday, ed il cloruro di calcio su 100 ne assorbe fino a 119. Attacca gli ossidi di zinco, rame, argento, energicamente; gli altri ossidi metallici assai meno: ha però un'azione sul carbonato d'ossido di ferro, la ruggine. Molto avrei qui a dire sulla celebre ipotesi di Berzelius, relativa all'esistenza di un corpo di formola AzH^4 , detto da lui *ammonio*, che formerebbe il radicale di tutti i composti ammoniacali, così il cloridrato d'ammoniaca AzH^3 , HCl non sarebbe che cloruro d'ammonio AzH^4 , Cl ; la soluzione ammoniacale AzH^3Ho ossido d'ammonio AzH^4o , ecc., e mi sarebbe piacevole descrivere l'esperienza di Berzelius e Pontin a questo riguardo, nella quale per mezzo della scintilla elettrica pare si sia riusciti a produrre l'amalgama di mercurio e d'ammonio, ma lo scopo di questo mio lavoro e la brevità necessaria ad uno scritto di questo genere richiede, che io lasci questo a libri puramente chimici e teorici. Non dirò dunque più, se non che l'ammoniaca non agisce sul ferro salvo ad altissima temperatura, in cui essa, scomponendosi, cede ad esso azoto nella proporzione, secondo Frémy, di 11,5 su 100 in peso: questo assorbimento rende il ferro bianco e stritolante, ed anche privato dappoi dell'azoto non ritorna più allo stato di duttilità primitiva. Il carbone a temperatura elevata pro-

duce la decomposizione del gas ammoniacco, ma allora si ha la formazione di cianidrato d'ammoniaca e d'idrogeno; anche il protossido ed il biossido d'azoto decompongono a caldo questo gas, producendo acqua ed azoto; e così pure il cloro formando acido cloridrico e azoto. L'acido cloridrico poi in presenza dell'ammoniaca forma un composto fisso, che è il cloridrato d'ammoniaca, o sale ammoniacco, e in questa reazione è fondata la disinfezione dei lazzaretti, delle case di guardia, ecc., in tempo d'epidemia.

3° *Ammoniaca allo stato liquido.* — Per produrre l'ammoniaca liquefatta diversi sono i metodi, che si sono finora seguiti. Bunsen soleva liquefare il gas facendolo passare entro una colonna di idrato di potassa in un lungo tubo verticale raffreddato a -40° con un miscuglio di neve e cloruro di calcio cristallizzato; altri si servirono come mezzo raffreddante della rapida evaporazione prodotta da una corrente d'aria secca nell'attraversare anidride solforosa liquida, nella quale operazione si vuole che si raggiunga la temperatura di -50° ; alcuni poi proposero di liquefare il gas mediante la compressione, e finalmente in questo secolo si riescì a produrlo mediante la pressione svolta dallo stesso gas molecola a molecola. Questo metodo, secondo alcuni scoperto da Liberato Baccelli, professore di fisica a Modena, secondo la maggior parte dei chimici dall'illustre Faraday, si trova per la prima volta descritto negli annali di fisica e chimica francesi del 1823, ed eccone il sunto: Si ponga dentro ad un tubo di vetro ricurvo aperto ad un suo estremo un poco di cloruro d'argento, che abbia bene assorbito gas ammoniacco secco, e poi, fattolo penetrare nell'estremo chiuso, si chiuda alla lampada anche l'altro; ponendo poscia quello sopra una lampada a spirito e questo entro un miscuglio refrigerante, si vedrà dopo qualche istante in quest'ultimo raccogliersi un liquido incolore, trasparente e fluidissimo munito di un

potere rifrangente assai forte e superiore persino a quello dell'acqua. Cessato il fuoco e tolto il corpo congelante, tosto questo liquido bolle ed il cloruro d'argento ritorna allo stato primitivo, e se il raffreddamento è lento, dopo alcuni istanti le cose si trovano al punto di prima; ma se questo raffreddamento è rapido, la temperatura della parte contenente il cloruro s'innalza fino a 37° circa, mentre quella della parte contenente il gas liquefatto scende fino a temperatura bassissima, condensando così sul tubo la umidità atmosferica. A 15° il vapore d'ammoniaca così svolgentesi esercita una pressione da 6 a 5^{at}. Dopo Faraday, Knabb suggerì di liquefarlo estraendolo dal cloruro di calcio, e dopo l'apparecchio Carrè per la fabbricazione del ghiaccio e le ultime esperienze di Lamm in America pare fuori di dubbio, che si possa anche ottenere da una soluzione ammoniacale. Difatti è dato d'esperienza che da 110° a 120°, a seconda della maggiore o minore concentrazione, una soluzione ammoniacale abbia da 7 ad 8^{at} di tensione; se dunque si tiene la parte condensatrice ad una temperatura inferiore a 15°, temperatura in cui bastano 6^{at} 5 per liquefare il gas ammoniacale, la pressione esercitata dal vapore della soluzione sarà più che sufficiente a liquefare il vapore contenuto nell'apparecchio condensatore. In tal caso però la tensione del liquido prodotto sarà indubitatamente minore, tenendo con sè dell'acqua, e per aumentarne la forza elastica bisognerà ricorrere ai disidratatori, e di questi parleremo a suo tempo. Trovato il modo di liquefare il gas ammoniacale, tutti i chimici si posero all'opera onde stabilirne la proprietà caratteristica, e lo infaticabile Régnault, determinati i coefficienti della sua formola $F=A+Bz'+C\beta'$, che sono:

$$A=11,5043330 \quad \log z=1,9939729$$

$$B=-7,4503420 \quad \log \beta=1,9939729$$

$$C=-0,9499674 \quad t=T+22^\circ$$

riesciva a formare una lunga tabella delle diverse tensioni alle diverse temperature. Io però tenendomi alla formola di Rankine, stata adottata nel corso di Termodinamica fatto dall'Illustre Professore Cavallero, ho potuto stabilire la seguente relazione: detta p la tensione in atmosfere e τ la temperatura assoluta, essa è:

$$\log. p = 4.7708 - \frac{1058.4102}{\tau} - \frac{20255.2855}{\tau^2}$$

Quanto poi alla relazione esistente tra la quantità di liquefatta ammoniaca prodotta coi metodi descritti e quella della soluzione ammoniacale produttrice, la difficoltà dell'operazione, il costo non insensibile degli apparecchi e finalmente l'inutilità pratica finora ravvisata in tale determinazione hanno fatto sì che non la si possa per ora stabilire in modo affatto esatto. Comunque parlando poi di un'applicazione di quest'ammoniaca, dirò certi risultati stati ottenuti a più riprese da Lamm, pieno però della speranza che, provata la utilità di tale esperienza, se ne daranno col tempo accurati risultati. La densità di questo liquido è di 0,76, locchè dimostra come un litro di esso possa produrre 1^{mc} di gas, fatto questo che rende l'ammoniaca superiore a molti altri corpi, e perciò degno di osservazione per parte di un occhio industriale.

4° *Ammoniaca allo stato solido.* — Si è detto al § 2° che l'ammoniaca si solidifica a 75° sotto 0°; or bene, in questo stato è anche incolore e trasparente, e siccome piccola è la tensione del vapore, anche debole ne è l'odore; non avendo però finora questo corpo alcuna applicazione, non dirò di più, passando ad un argomento importantissimo, vale a dire allo studio delle soluzioni ammoniacali.

5° *Ammoniaca liquida ossia soluzione ammoniacale.* — Ciò che in commercio prende il nome di ammoniaca liquida non

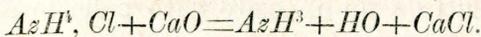
è altro se non che una soluzione ammoniacale composta per lo più di un quinto in peso d'ammoniaca ed il resto d'acqua. La formazione di questa soluzione è uno dei problemi più importanti dell'industria chimica, poichè con essa si possono utilizzare tutte le proprietà superiormente accennate dell'ammoniaca, vantaggio che non si potrebbe altrimenti ottenere stante la difficoltà d'immagazzinarla sia allo stato gassoso, liquido che solido; non sarà dunque male ripeterne qui brevemente il principio. Essa consiste nel costringere a passare del gas ammoniaco svolgentesi in successivi vasi contenenti acqua più che è possibile pura finchè non si ottenga più alcuna fuga di gas. Aumentando o diminuendo il numero di questi vasi le condizioni termometriche e barometriche nei recipienti, si può riescire a produrre soluzioni più o meno ricche di gas. Così una soluzione ottenuta a 0° è ricchissima di gas, mentre sarebbe inutile tentare di formare una soluzione sopra i 60°, perchè a tale temperatura l'acqua non ne conserva più che una minima quantità; e rispetto alla pressione si può senza dubbio asserire che nel vuoto perfetto l'acqua quasi completamente si spoglia del gas che contiene, mentre sotto la ordinaria pressione un litro ne contiene ancora circa 360 di gas in soluzione a 15°. L'assorbimento è dunque una funzione della temperatura e della pressione, funzione che rimane oggidì incognita, benchè non manchi di una certa importanza. Bunsen aveva tentato provare che esso è proporzionale alla pressione, ma questa legge non pare assolutamente esatta. Quest'ammoniaca liquida è tanto più leggera dell'acqua quanto più è concentrata, proprietà questa, su cui si basa l'areometro di Baumé. Abbiam detto, che un litro d'acqua può contenere fino a 1000 volte il suo volume d'ammoniaca: ordinariamente però ciò non è; diffatti quella del commercio tra 21° e 22° Baumé non ne contiene che circa 350 volte il suo volume. Molti fisici fecero a tal uopo delle tavole, di cui la più rinomata è quella di Davy. L'am-

moniacca liquida ordinaria poi si congela a -40° , in una massa gelatinosa, opaca e pastosa, o in cristalli acidulari, a seconda della maggiore rapidità del raffreddamento, e bolle fra 45° e 55° . Essa conserva tutti i caratteri del gas ammoniacco, ne ha l'odore a tutti ben noto, ha un sapore forte, bruciante; posta sulla pelle, l'irrita e produce una vescica.

Dette così le proprietà più note, più rilevanti, indispensabili, prima d'entrare nelle applicazioni mi si permetta ancora di fare un passo indietro e studiare rapidamente i diversi modi di produrre gas ammoniacco usati nel commercio.

6° *Sorgenti di gas ammoniacco.* — L'idrogeno e l'azoto incontrandosi allo stato nascente, danno luogo istantaneamente alla produzione di gas ammoniacco, ed è in questo modo che nelle ossidazioni inorganiche ed organiche in presenza dell'acqua e dell'aria si forma gas ammoniacco, che viene poi restituito nelle piogge, nelle acque e nell'aria, nelle piante e nei fiori. L'uomo stesso, secondo due chimici italiani, Viale e Latini, produrrebbe respirando all'ora $0^{\text{st}},3195$ di ammoniacca, dovuta alla decomposizione dell'acqua e delle sostanze organiche alimentari. Se i due gas non sono allo stato nascente, non vi è che la scintilla elettrica, che possa combinarli; oppure facendo uso di una corrente d'idrogeno sopra azoturo di ferro a caldo si può formare ammoniacca o sopra deutossido d'azoto in presenza del platino, ma in tal caso l'ammoniacca è prodotta in assai piccola quantità. Però non sarà difficile persuadersi, che questi mezzi non sono affatto industriali, e quindi non mi dilungherò nel loro studio, ma passerò a quella più comune e più antica produzione, vale a dire del sale ammoniacco mediante calce viva. Questo sale abbiám detto essere tolto dalle ceneri degli sterchi dei cammelli; or bene, si può ritenere che in 13 kgr. di esse vi siano 3 kgr. di sale ammoniacco; sarà dunque assai vile il prezzo di un tal prodotto. Questo sale si polverizza insieme con calce

viva in parti uguali e s'introduce la polvere entro un ma-
traccio in modo che occupi il terzo di esso o la metà, poi si
riempie con calce viva in modo da disseccare il gas prodotto,
si ha subito sviluppo di gas ammoniacco; per accelerarlo si
riscalda; la reazione prodotta è la seguente:



Questo gas così prodotto si raccoglie, dopo averlo dissec-
cato mediante la potassa, entro appositi vasi di Wolf ripieni
d'acqua, e così si forma l'ammoniaca liquida. Però il grande
bisogno di ammoniaca faceva desiderare una maggiore quan-
tità di questo sale, perciò si studiarono parecchi altri me-
todi, e dalle urine, dagli scoli putridi e da altri prodotti
animali si ottenne ancora questo corpo; di più nelle vici-
nanze di vulcani misto a solfati e fosfati lo si trova anche di
sovente, e nella Sicilia stessa havvene in certa quantità.
Nelle industrie però questo metodo è stato surrogato da
altri più economici e che permettono di ottenerla in mag-
giore scala: così dalla distillazione delle materie animali,
come le ossa, la lana, i peli, ecc., si ottengono quantità con-
siderevoli di carbonato di ammoniaca che, trattato con acido
cloridrico, dà luogo alla produzione di cloridrato di ammo-
niaca, da cui si estrae il gas col metodo detto. In questi
ultimi tempi però un francese, Mallet, ha trovato modo di
ottenerla assai più facilmente dagli spurghi di pozzi neri e
dalle acque del gas illuminante.

L'apparecchio da esso usato consiste in due robuste caldaie
di lamiera di ferro poste entrambe sullo stesso focolare, l'una
direttamente a contatto colla fiamma, l'altra al disopra di
questa circondata da gas caldi. Queste si comunicano me-
diante due tubi, l'uno superiore destinato a ritogliere il vapore
dalla caldaia inferiore e farlo gorgogliare entro il liquido
contenuto nell'altra, l'altro al disotto destinato a portare le
acque dalla più alta all'altra. Due tubi di diametro conve-

nientemente calcolati uniscono la caldaia superiore con due altri recipienti, collegati fra loro in modo che il vapore sviluppatosi dalla caldaia entra nel primo e corre a raffreddarsi entro un serpentino immerso nel secondo, cedendo così il suo calore alle acque ammoniacali in esso contenute. Queste acque poi, provenienti da un apposito vaso collettore, così riscaldate penetrano nella caldaia, ove, mediante apposita apertura si era precedentemente introdotto latte di calce. In questo modo ha luogo la reazione ed il vapore ammoniacale parte allo stato gassoso, parte condensato passa dal serpentino già indicato ad un altro immerso nell'acqua, che si mantiene corrente e di qui in un altro vaso, donde il gas sfugge e va in appositi apparecchi di Wolf a sciogliersi, mentre la parte già sciolta viene gettata da una pompa in uno dei primi tre recipienti per nuovamente sviluppare gas; e così si ha produzione di una soluzione ammoniacale. In quelle caldaie si forma pure carbonato di calce solido e solfuro di calce, che restano nelle acque precipitati, che si estraggono poi, allorchè si vuotano tali caldaie. Per promuovere le reazioni si fa inoltre muovere nelle caldaie un agitatore manovrabile a braccia d'uomo. Un altro metodo usato nelle grandi città è quello di prepararlo colle urine, lasciandole putrefare entro serbatoi. Raccoltione in seguito il loro deposito, fattolo fermentare ed essiccare lo si pone in vendita, come concime, sotto il nome di *poudrette* e lasciate fermentare le acque rimanenti, si dispongono in forti caldaie di lamiera di ferro, e vi si fa dentro gorgogliare una corrente di vapore che poi si condensa entro appositi tini formando una concentrata soluzione ammoniacale.

Detti così i metodi finora usati di produrre l'ammoniaca, sarebbe qui il caso di passare alle sue applicazioni, ma non voglio farlo senza prima esporre in modo per quanto mi sarà possibile succinto e breve un metodo di preparazione proposto dallo stesso Tellier.

7° *Produzione Tellier.* — Prima però di entrare in argomento egli ammette l'esistenza di un'officina, ove si fondi il ferro, ed a conseguire tale fusione egli propone la sostituzione di combustibili metallici agli ordinari combustibili. Diffatti non essendo la combustione, che una combinazione chimica con produzione di calore e di luce, nulla si oppone ad immaginare come corpo comburente l'ossigeno e come corpo combusto il ferro o la ghisa; si potranno allora, egli dice, produrre temperature elevatissime; diffatti 1^{kg} di ossigeno bruciante ferro sviluppa 4327 calorie secondo Dulong, e 5325 secondo Despretz, e produce 3^k62 di ossido di ferro; essendo quindi il calorico specifico del ferro 0,1669, darà un'elevazione di temperatura eguale a $\frac{4327}{0,1669} = 7161^\circ$ secondo Dulong, $\frac{5325}{0,1669} = 8814^\circ$ secondo Despretz, temperature elevatissime, e ciò senza precedente riscaldamento dell'ossigeno; aggiungendosi questo, con tale operazione si potranno raggiungere temperature vicinissime a 10000°; perciò si potrà comodamente adoperare questo metodo per fondere il ferro e si riuscirà così a gettarlo in modo analogo alla ghisa, potendo poi in una successiva operazione aumentarne la tenacità coi metodi di martellazione conosciuti, e fare così economicamente macchine e meccanismi tutti di ferro. Che questa combustione sia un fatto più che certo, egli lo prova citando certe esperienze di Cailletet, che provarono, come se il ferro carburato potè essere fuso finora nelle officine metallurgiche lo si deve al calore del forno ed alla temperatura sviluppata da quell'ossidazione che accompagna l'operazione. Rimanevano però due questioni serie: una relativa alla produzione in grande dell'ossigeno, l'altra relativa alla disossidazione del ferro. Quanto alla prima egli propone di servirsi di una corrente di cloro e di vapor d'acqua in un tubo scaldato al rosso, si formerà acido cloridrico, e rimarrà in libertà l'ossigeno; costringendo poi quest'acido appositamente disseccato e misto con

aria secca a passare sopra pietra pomice riscaldata al rosso si decompone novellamente l'acido, il suo idrogeno si unisce coll'ossigeno dell'aria e forma acqua, e si raccolgono azoto e cloro facilmente separabili. Questo cloro si adopera nuovamente con vapor d'acqua a dar ossigeno e acido cloridrico e così si costituisce una serie di produzioni di ossigeno alternate con altre di cloro, in cui la spesa dell'operazione è sostenuta dall'aria e dal vapor d'acqua. Pel calore necessario in questa produzione e ricombinazione di cloro e ossigeno egli propone altresì di impiegare la combustione del ferro e utilizzare nello stesso tempo il calore, che le masse gassose, svolgentisi nella operazione, trasportano ancora con sè. Quanto poi alla disossidazione del ferro propone di far uso di ossido di carbonio, che egli crede poterlo avere dai prodotti della combustione nei forni a carbone dell'officina aspirati da certi ventilatori, e spinti entro recipienti contenenti acqua a 2 o 3^{at}; quest'acqua scioglie l'acido, separandolo dagli altri gas, e decomponendo poi quest'acido mediante il carbone entro appositi forni, si ha l'ossido di carbonio, che, esportando l'ossigeno del ferro, produrranno acido carbonico, che si tornerà a decomporre, e così via dicendo. Non occorrerà perciò, che una prima preparazione di acido carbonico col metodo suesposto e poi le cose cammineranno da sè, avendosi produzione di ossido carbonio alternate con produzione di acido carbonico. Del resto egli crede poter evitare questa disossidazione, adoperando come combustibile non già ferro raffinato, ma bensì ghisa di prima fusione. Ognuno sa che tal ghisa deve essere, prima di divenir ferro o ghisa per uso meccanico, ancora privata di quella abbondanza di carbonio mediante una nuova ossidazione; si possono dunque contemporaneamente conciliare le due operazioni di disossidazione del ferro, che ha servito nella combustione e di raffinamento della ghisa.

Vista dunque, secondo lui, la possibilità di una tale offi-

cina per la fusione del ferro, e suppostala anzi in azione, ecco il metodo che egli insegna per ottenere l'ammoniaca. Si è detto nel paragrafo antecedente, come una corrente d'idrogeno sopra azoturo di ferro potesse produrre ammoniaca; or bene, servendosi di tutto l'azoto prodotto nell'estrazione dell'ossigeno dell'officina e raccolto in un gasometro, lo si faccia passare sopra ferro spugnoso per poter avere maggior quantità di azoturo e maggiore velocità nella sua formazione; ed ottenuto questo vi si faccia passar sopra una corrente di idrogeno ottenuto dall'iniezione di vapor d'acqua in un bagno di zinco fuso, si avrà così una quantità considerevole di ammoniaca di una purezza più che sufficiente.

La necessaria brevità del mio lavoro non mi permette qui di riprodurre le cifre che egli porta in conferma delle sue idee, e la mancanza del tempo mi impedisce altresì di farne e riprodurne uno studio accurato; comunque sia credo non aver fatto cosa perfettamente fuori di posto a deviare per un istante dal cammino tracciato dal mio lavoro, per entrare in un argomento, che se a prima vista pare assai complicato, quando sia ben compreso ed accuratamente studiato può diventare di pratica utilità. Esso d'altronde è pieno di novità ed ingegnosissimo, per cui voglio sperare che la Illustrissima Commissione vorrà tenermi iscusato di questo deviamiento.

Dette così a volo le principali proprietà dell'ammoniaca, entro nella seconda parte del mio lavoro, quella delle sue applicazioni.

Applicazioni in uso.

1° *Applicazioni più comuni dell'ammoniaca.* — Anche senza lo studio della medicina ognuno conosce le grandi applicazioni che questa sostanza ha in virtù della sua potente alca-

linità e della sua energica azione sull'economia animale. Così pure il suo uso nelle morsicature velenose ⁽¹⁾ e negli stessi avvelenamenti, così la sua proprietà di far passare l'ubbrichezza somministrata in gocce dentro molt'acqua, ed anche semplicemente annasata, quindi la sua applicazione nei casi d'apoplezia, ed anche nelle malattie prodotte dal mercurio ⁽²⁾, ecc.: ma questo campo non mi appartiene punto; non entro quindi in particolari, ma passo a considerare altre applicazioni.

La pittura ed in genere l'arte tintoria fanno un uso straordinario di questo corpo, e così la chimica e l'agronomia, ed è facile capirne la cagione dopo tutto ciò che se n'è detto, quindi entro nella parte che più s'addice allo scopo di questo lavoro, e che mi sforzerò di svolgerlo meglio che mi sarà possibile, vale a dire alla sua applicazione come forza motrice.

2° *Applicazione dell'ammoniaca come forza motrice.* — È tutt'altro che idea nuova quella di utilizzare la potente forza elastica del vapore di ammoniaca in sostituzione del vapore d'acqua, ma finora non ha preso sviluppo sufficiente perchè il dispendio prodotto dall'uso del vapore ammoniacco, il suo cattivo odore, la maggiore complicazione delle macchine motrici bastano a rendere trascurabile l'economia indubbia del combustibile, poichè da una soluzione ammoniacale si può ad 80° o 90° centigradi aver già una tensione di 5 a 6^{at}: mentre pel vapor d'acqua occorrerebbero da 140° a 150°

Tuttavia anche queste macchine furono studiate, e potrei citare una serie d'inventori di tali macchine da Tellier, che

(1) Nel Bengala su 930 casi di morsicatura 702 si salvarono mediante l'ammoniaca, benchè somministrata 3 ore e 1/2 dopo. (*Scient. Amer.*, 27 gennaio 1872.)

(2) Il D^r Meyer lo sperimentò con successo in una fabbrica di mercurio a Chauny. (*Engineering*, 4 aprile 1873.)

fin dal 1852 ne aveva già proposta una, a Flandrin e Bastianelli, l'ultimo dei quali munito di privativa dal novembre 1871, sta tuttora organizzando una serie di esperienze a questo riguardo a Firenze. Ma mi tengo pago qui ad esporre le considerazioni su cui si basano le più recenti.

Si immagini una caldaia entro cui si ponga una soluzione satura di gas ammoniacale, questa, abbiám detto, fra i 40° ed i 50° bollirà, dando un enorme sviluppo di vapore, che, raggiungendo la temperatura di 80° o 90° verrà ad avere una tensione fra 5 e 6^{at}, e quindi servirà al movimento precisamente come una macchina a vapore d'acqua, in cui la temperatura dell'acqua in caldaia fosse fra 140° e 150°. Sortito il gas dal cilindro motore s'introduce in un recipiente, ove si fa entrare acqua, si formerà una soluzione, che mediante i mezzi noti di iniezione si introdurrà in caldaia, precisamente come l'acqua di alimentazione nelle macchine a vapor d'acqua. Questo, dico, è il principio, ma queste macchine sono più o meno complicate poi in realtà, e chi si ponga ad esaminare quella di Flandrin vedrà la complicazione enorme dell'apparecchio, e di più la sua mole non paragonabile certo col risparmio che egli si propone. Quanto alla recente invenzione del Bastianelli non esistono finora nè disegni, nè descrizioni; pare però assai più semplice, e tutto porta a sperare che presenterà un'ottima riuscita ⁽¹⁾.

Ma l'infaticabile Tellier, viste fallite le sue speranze su una macchina del genere delle precedenti, ne immaginò un'altra fondata non più sul gas ammoniaco, ma sulla ammoniaca liquefatta. In una sua memoria di fatti presentata all'Accademia delle scienze di Francia fin dal 19 gennaio 1865 egli esponeva l'idea di utilizzare l'ammoniaca liquefatta come forza motrice, e dava anzi la descrizione di un

(1) Vedi *Giornale delle arti e delle industrie*. Firenze, 9 ottobre 1872.

motore, che ho potuto leggere negli atti dell'Istituto americano del 1866 (*Transactions of the American Institute 1866*). Questo motore consisteva in un piccolo vaso contenente gas ammoniac liquefatto (ottenuto per quanto è possibile puro) messo in comunicazione con la camera anteriore di un cilindro motore, di cui la posteriore conteneva aria. L'entrata e la fuga del vapore sono regolate dall'aprirsi o chiudersi d'un registro calettato sopra l'albero d'un eccentrico posto sul cilindro motore. Il gas entra dunque nel cilindro, mentre il registro d'entrata è aperto, spinge lo stantuffo, e coll'aprirsi del canale di fuga si precipita in un serbatoio d'acqua e da questa viene assorbito. Allora l'aria compressa che si trova nella camera posteriore del cilindro, appena l'eccentrico chiude l'apertura d'immissione, locchè avviene qualche istante dopo l'apertura del canale di fuga, respinge lo stantuffo ed aiuta così la evasione del gas finchè quello giunge all'altro estremo della sua corsa, allora l'eccentrico riapre l'apertura d'immissione e chiude quella della scarica, e così ne nasce il movimento.

A tutta prima pareva che questo motore dovesse essere più che sicuro, ma ciò non fu, e lo stesso Tellier se ne accorse, mandando il 9 gennaio 1866 una nuova nota all'Accademia di Francia su questo argomento, e presentando un nuovo motore.

Di fatti si è detto, che il calorico latente di vaporizzazione dell'ammoniaca è di 500 calorie poco più poco meno; or bene, donde doveva prendere questo calore il gas liquefatto se non dall'atmosfera? Ora l'atmosfera, come ben si sa, è cattiva conduttrice del calorico, ed è perciò incapace a somministrare così rapidamente tanto calore, ne avveniva quindi che di tanto in tanto il motore si fermava per attendere, che nella atmosfera circostante si fosse rifatto il calore necessario alla riproduzione del movimento, ma la poca conducibilità della atmosfera rendeva tardo il lavoro. Il nuovo motore da lui

presentato è quello di cui qui unisco il disegno, e che dopo tutto ciò che si è detto sarà facilmente compreso.

Di fatti *B* è un serbatoio interno contenente dell'ammoniaca liquefatta, stata introdotta per mezzo del rubinetto *d*, circondato da una vasca *D* ripiena d'acqua, entro cui s'avvolge un serpentino comunicante per le sue due aperture col serbatoio *B*. Supposta la temperatura esterna a 25° e, se non lo fosse la esterna, almeno quella dell'acqua, che può essere anche anticipatamente portata a temperature superiori, il gas in *B* si produrrà con una tensione di 10^{at}, ed aperto il rubinetto *b* si precipiterà nel cilindro motore *A*, dove si produrrà il movimento, ma nell'escire, invece di correre a sciogliersi in altro recipiente, verrà nella vasca *D* e restituirà all'acqua il calore latente che ancor gli rimane; così l'acqua avrà sempre tal grado di calore da poter evaporare nuovamente una parte del liquido ammoniacale, e così di seguito. Abbiamo dunque qui un movimento dovuto a tre cause: 1° La potente forza elastica del vapore ammoniacale alle ordinarie temperature; 2° La potente forza di assorbimento dell'acqua per tale vapore; e finalmente, 3° La restituzione in tale assorbimento del calore latente all'acqua. Ebbene, contuttochè questo motore fosse di un'azione chiara ed indubitabile, nessuno per quattro anni pensò a servirsene, finchè nel 1870, addì 19 luglio, veniva richiesta a New-Orleans una privativa da un tal Lamm per una macchina che per nulla affatto differisce da quella di Tellier, e nel 1871, addì 25 agosto, un inglese, Armour, la richiedeva in Inghilterra per alcune piccole modificazioni consistenti nel munire i bozzoli delle stoppe di camere d'acqua per evitare anche quelle piccole perdite di gas che sarebbero potute avvenire per quelle vie.

I disegni che ne riproduco colla leggenda che vi è sopra scritta saranno più che sufficienti alla piena spiegazione del motore. Non dico però che Lamm si decidesse di operare

identicamente a Tellier, dirò in seguito in cosa consista essenzialmente, secondo il mio povero criterio, la sostanziale differenza e la vera invenzione di Lamm: ma l'idea era di Tellier, ed a lui spetta il merito dell'invenzione.

Vediamo dunque in breve come si possa fare un calcolo di tale macchina. Supposta la temperatura nel serbatoio *B* (Fig. 1^a) di soli 20°, si può subito mediante la formola di Rankine (§ 2°, cap. I) $\log p = 4,7708 - \frac{1058,4102}{\tau} - \frac{20255,2855}{\tau^2}$ sostituendo a $\tau = 20 + 273 = 293^\circ$, determinare *p*, che è la tensione in *B*: si otterrà $p = 8^{\text{at}}3676 = 86462,^{\text{kg}}4108$. Ma secondo le norme date dagli uomini pratici, è omai fuori di dubbio che la pressione nel cilindro devesi ritenere sempre fra $\frac{1}{4}$, ed $\frac{1}{5}$ della pressione in caldaia, e ciò in causa delle fughe di vapore, degli attriti, ecc. (Relazione dell'ingegnere Biglia, *Giornale del Genio Civile*, 1868); dovrassi dunque ridurre questa pressione per avere la vera tensione nel cilindro. Sceglierò le condizioni peggiori e benchè potrebbesi con una macchina così piccola prendere senza timore il quinto, prenderò il quarto, allora avrò, dicendo *p*₁ la tensione nel cilindro:

$$p_1 = 6^{\text{at}}25 = 64581,^{\text{kgm}}25.$$

Ma dalla stessa formola di Rankine avremo immediatamente la temperatura corrispondente:

$$\tau_1 = \frac{1058,4102 + \sqrt{(1058,4102)^2 + 4 \times 3,97492 \times 20255}}{2 \times 3,97492} = 285^\circ,18$$

$$t_1 = 12^\circ,18$$

Usando quindi della formola di Rankine pel calorico di vaporizzazione, avrò: dicendo γ_1 il calorico di vaporizzazione corrispondente alla temperatura τ_1 , avrò:

$$\gamma_1 = \frac{0,1553,73}{0,430} \left(1058,4102 + 2 \frac{20255,2855}{285^\circ,18} \right) = 442,7.$$

Oltre a queste formole la termodinamica ce ne sommini-

stra un'altra, ed è: detto v_1 il volume in metri cubi sviluppato a τ_1 , ed A l'equivalente meccanico del calore $= \frac{1}{425}$:

$$v_1 = \frac{\gamma_1 \tau_1}{2,303 p_1 \left(b + r \frac{c}{\tau_1} \right) A}$$

quindi sostituendo :

$$v_1 = \frac{442.7 \times 285.18 \times 421}{2.303 \times 6.1581.25 \times 1200 \cdot 55} = 0,314.$$

Ora una macchina a vapore ha un dato coefficiente r di espansione, talchè se alla introduzione nel cilindro il vapore ha il volume v_1 , alla fine di un certo dato intervallo ha un altro volume v_2 che è dato da $v_2 = r v_1$, ossia $\frac{v_2}{v_1} = r$: questo dipende dai mezzi con cui si opera, e dai meccanismi di cui si fa uso: ritenendo la macchina allo studio fra le più ordinarie si potrà stabilire $r = \frac{5}{4}$, sarà allora:

$$v_2 = \frac{5}{4} \times 0.314 = 0,393$$

Ma tutto ciò non è sufficiente pel calcolo del lavoro motore di una macchina, ma occorre ben conoscere lo stato fisico del corpo a quella temperatura τ_2 corrispondente al volume v_2 . A questo fine ho ammesso vera anche pel vapore ammoniacco la relazione tra le pressioni p_2 p_1 ed i volumi v_2 v_1 che ha stabilito Rankine pel vapor d'acqua.

Essa è: $\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{\frac{10}{9}}$,

Onde: $p_2 = p_1 \times \left(\frac{5}{4} \right)^{\frac{10}{9}} = 50409^k = 4^{st} 8.$

Ma adottando l'ipotesi predetta, la formola del lavoro motore diventa :

$$L = p_1 v_1 \left[\frac{10}{9} : \frac{1}{9} - \frac{1}{4} \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{\frac{1}{9}} \right] - p_2 v_2.$$

in cui L è il lavoro motore e p_3 la contropressione. Questa contropressione nel cilindro sarà uguale alla tensione esistente nel recipiente D aumentata di $1/4$ anche qui per le stesse ragioni addotte nella determinazione della pressione p_1 . Ma la tensione della vasca D è la pressione atmosferica; perchè anche la tensione di una soluzione ammoniacale satura a 25° , non bollendo che a 40° , anche nel caso di maggior ricchezza non supera l'atmosfera. Tuttavia perchè venga celere-mente e tutto assorbito il gas, e quindi generato il necessario calore, poniamo una mezza atmosfera di più, avremo nella vasca D una tensione di $1^{\text{at}} 5$: aumentando di $1/4$ diverrà $1^{\text{at}} 88$; poniamo addirittura:

$$p_3 = 2^{\text{at}} = 20666 \text{ kg.}$$

Dunque, finalmente:

$L = 64581.25 \times 0.314 \times 1.22 - 20666 \times 0.00393 = 16650 \text{ kgm}$
circa, poniamo: $L = 16000$. E quindi la pressione media p_m sarà:

$$p_m = \frac{L}{v_2} = \frac{16000}{0.393} = 40712 \text{ kg circa } 4^{\text{at}}.$$

Il calore speso, essendo nulla la quantità necessaria di calore per portare il liquido alla temperatura esterna, a cui già si trova, si ridurrà alla Υ_1 : quindi l'effetto utile del fluido ϵ' sarà:

$$\epsilon' = \frac{16000}{425 \times 442.7} = 0,085 \text{ circa.}$$

Ritornero su questi risultati fra poco, parlando delle diverse macchine a cui si può applicare un tal motore, per ora passerò ad altro argomento. Diffatti, mi si dirà, e come si opera la liquefazione dell'ammoniaca industrialmente? È ella operazione facile o no, costosa od economica? Ecco dunque in breve i due procedimenti finora usati, l'uno di Tellier e l'altro di Lamm. Il primo consiste in un apparecchio abba-

stanza complicato, di cui porgo qui appresso il disegno, e che consta di due parti distinte, una per la produzione e distribuzione del gas, l'altra per la sua liquefazione. Cominciamo dalla prima. S'immagini dunque una vettura z divisa in due scompartimenti cilindrici $w.w'$ concentrici, nell'esterno dei quali si porta la soluzione ammoniacale, e nell'interno il gas liquefatto viene poi in appresso esportato.

La parte esterna ripiena della soluzione richiesta viene col mezzo di un tubo tt unita ad una pompa di compressione r , che per mezzo di un tubo $r'r''$ caccia questo liquido in quattro serbatoi A , e quivi introdotto con una pompa B si caccia in apparecchi distillatori C, C', C'', C''' , combinati in modo che il vapore di gas ammoniacale prodotto da una caldaia C^t , che si trova più bassa di tutti questi recipienti, ed in cui per i tubi $t't''t'''$ cola il liquido, passi successivamente in ciascuno di essi, ed andando così dalla soluzione più alla meno ricca, da temperatura più a meno calda, escirà per il tubo f^t quasi freddo e quasi perfettamente disidratato; per togliere però ogni residuo d'acqua si fa uso di un secondo disidratatore così formato. Un alto cilindro GG contiene della potassa caustica allo stato liquido (è necessario che la potassa sia allo stato liquido, perchè non venga impedita la circolazione del gas, cosa che avverrebbe, se fosse allo stato solido, anzi il cilindro G è circondato da un involucro, entro cui si fa passare ancora d'acqua per maggiore sicurezza). In questo penetra dal basso all'alto il gas ammoniacale mentre dall'alto al basso cola la potassa liquida gettata da una pompa l , che la prende da una caldaia L , che la liquefa portandola da 100° a 120° . Oltre a ciò perchè la potassa non porti con sè ammoniaca vi è un altro apparecchio purificatore del genere del precedentemente descritto. La potassa caustica arricchita dall'acqua presa al vapore ammoniacale, e per di più esportante anche qualche po' di ammoniaca, non va subito alla caldaia L , ma è costretta a passare entro tre recipienti N ,

N, *N*′, disposti come i *C* l'uno più basso dell'altro, il vapore d'ammoniaca svolto in caldaia per la parte superiore va per mezzo dei tubi *i*, *i*′, *i*′′, *i*′′′ nei differenti vasi e s'arricchisce successivamente perdendo in contatto della potassa parte dell'acqua che può esportare, ed esportandone già una parte del gas, e va a finire in un recipiente *X*, *X*′, *X*′′, di cui parleremo in seguito, che contiene acqua atta ad assorbirlo. Escito dal cilindro *G* il gas va nel liquefattore così composto. Un primo serpentino *k* permette l'entrata al gas dall'alto al basso, mentre dal basso all'alto entra e scorre dell'acqua fredda per quanto è possibile: dopo ciò due pompe *M* di compressione liquefanno il gas entro il serpentino, o pur esso circondato d'una corrente d'acqua fredda, che come la precedente si fa venire dal serbatoio *P*. Così liquefatta l'ammoniaca va nei recipienti *Q*, donde per la sua stessa tensione si può a volontà estrarre e porre nel recipiente *W*. È manifesto poi che, affinché raffreddando l'apparecchio, il liquido non torni indietro evaporando, i serbatoi *Q* sono muniti di apposito robinetto, che, raccolto il liquido a sufficienza, locchè si può constatare dalla cessata produzione del gas, impedisce il ritorno di esso sul cammino già fatto.

Quanto poi all'apparecchio *XX'X''* destinato, come abbiám visto, ad assorbire i vapori ammoniacali, è un recipiente cilindrico a tre scompartimenti. L'inferiore di essi *X* è collegato coi superiori mediante un tubo *mm'*, ed ognuno di essi è munito di un robinetto e di un manometro: or bene, si suppongano riempiti i superiori *X*′, *X*′′ ed *X* solo per due terzi; poichè facendosi in questi recipienti l'assorbimento, l'acqua può aumentare di $\frac{1}{3}$ circa del suo volume. Ora si lasci entrare il vapore in *X*, e quando sarà pieno, lo che si può constatare col manometro, si aprirà il robinetto, e mediante la pompa *r* lo si caccierà nei serpentini *A*; cessata l'immissione si aprirà il robinetto superiore e si chiuderà l'inferiore; l'acqua del recipiente *X*, che in questo frattempo avrà fatto

lui da recipiente assorbente, scenderà in X , e quivi si ripeterà l'assorbimento, mentre che nel recipiente superiore X' si verserà dal X'' ancora acqua in modo sufficiente per un nuovo assorbimento, e così di seguito. In questo apparecchio comunicano tutti gli apparecchi, che possono in qualche modo dar sfogo a vapori ammoniacali, e così il recipiente F che raccoglie le acque della caldaia C_1 eccedenti oltre il livello richiesto, e che escono sollevando il galleggiante E' del recipiente E . Con ciò ho descritto il metodo di Tellier per tale liquefazione: aggiungerò a questa descrizione le parole, che egli stesso dice a tale riguardo: questo « apparecchio è destinato per le grandi città: in piccola località, nell'industria privata tale apparecchio può essere assai semplificato: « sarà poi facile comprendendo l'idea completamente, fare « le debite semplificazioni a seconda dell'importanza della « operazione. » Certo se si può stabilire questo laboratorio in prossimità di qualche piccola caduta d'acqua, ed in luogo ove il combustibile non venga a molto caro prezzo, si potrà, essendo grande la produzione, avere anche relativamente poco dispendio. Siccome però mancano assolutamente i risultati di esperienze, vano sarebbe l'aggirarsi in calcoli astratti, che non riescirebbero poi a fatti concreti ed a risultati sicuri: dirò solo, che egli asserisce potersi rigenerare in un'ora qualsiasi quantità d'ammoniaca.

Assai più semplice e più celere è certamente il metodo Lamm, che non è altro se non l'esperienza di Faraday fatta entro recipienti robusti di lamiera di ferro, e tali che, prodotto nel condensatore il necessario liquido ammoniacale, una valvola separi questo dal generatore, impedendo così nel raffreddamento l'ebollizione del gas liquefatto ed il ritorno allo stato primitivo. Per rendere poi l'operazione continua si fa uso di un apparecchio rettificatore identico a quello di Carré, ma che riceve la soluzione concentrata non dal gas precedentemente liquefatto, come in quello, ma da un recipiente vicino, da cui scende o da

cui si estrae mediante una pompa. Contemporaneamente poi viene presa dal disotto della caldaia la debole soluzione rimasta in modo che la quantità di essa così esportata corrisponda precisamente alla quantità di soluzione concentrata entrante pel rettificatore.

Ciò posto, è certo che il gas liquefatto non sarà così puro come nel procedimento Tellier, ma se si riflette, che tale apparecchio non è che l'apparecchio Carré privato del congelatore, e che in questo si ritiene provato che la tensione del gas non è diminuita che di $\frac{1}{4}$ rispetto a quella dovuta al gas ammoniaco puro, si vedrà di leggieri come nulla possa impedire, che in una giornata di luglio (epoca in cui furono fatte le esperienze), e quindi con una temperatura di 28° a 30° si trovasse costante nel recipiente generatore dell'*omnibus* di Lamm la tensione di 120^{lb} inglesi per pollice quadrato, ossia di 8^{at} circa: di fatti, a tale temperatura ha una tensione il gas puro tra 11 e 12^{at}; se si fa la riduzione del quarto per l'acqua che può inquinarlo, si ha subito da 8 a 9^{at}. Per le macchine di Lamm quindi il calcolo precedentemente fatto non si potrà più ritenere esatto; se però si tiene conto che sono partito da una pressione in caldaia di 8^{at}, e che ho fatto il calcolo con molta larghezza, si potrà passare i risultati finali anche pel motore del Lamm, portando però la temperatura astrattamente a 28° o 30°. Quanto alla spesa di questa seconda operazione credo non fuori luogo il dare qui una tabella che ho ritrovato nella relazione delle esperienze fatte dallo stesso Lamm. La riporterò dapprima nel suo linguaggio americano, e la tradurrò poscia in misure e monete italiane:

73 lb. $\frac{1}{2}$ a 5 doll. la tonnellata	0 ^d 16451
Un ingegnere a 5 doll. il giorno ed un fuochista	
a 2 doll., impiegandosi 0,05277 di giorno	0 ^d 36939
	<hr/>
<i>A riportarsi</i>	0 ^d 53390

Riporto . . . 0^d53390

Interesse del costo della macchina (5000
doll.) al 20 per $\frac{0}{100}$ annuo, ossia al $\frac{2}{3650}$ gior-
naliero eguale a $\frac{10000}{3650} = 2^d,74$ per 0,05277 0^d14459

Costo di 18 galloni di ammoniaca li-
quida adoperando una soluzione a 21°
Beaumé con 212° Fahreneit nel gene-
ratore e 60° nel condensatore . . . 0^d67849 (3^{lire}764)

Per gallone quindi 0^d03768 (0^{lire}203)

Il prezzo poi di tale soluzione, che entra a far parte del capitale considerato nel terzo alinea, è stabilito a 2^dll. ogni quantità necessaria a dare poi un gallone di gas liquefatto. Secondo questo calcolo la soluzione ammoniacale verrebbe a costare poco più di 0^{lire}, 50 al chilo; presso noi questo prezzo è assai superiore, e benchè (V. *Enciclop. chimica* del Selmi) il prezzo di fabbrica non superi questa somma, pure in commercio è assai difficile l'acquistarne al prezzo di una lira; certo è però, che trattandosi di grandi quantità si potrebbe avere a molto minor prezzo, ed occorrendo si potrebbe anche stabilirne una fabbrica; però io supporrò tal prezzo ad una lira circa, e quindi il materiale occorrente per la produzione di un litro di gas liquefatto lo fisserò al doppio di due dollari, cioè 21^{lire}, 60 per ogni gallone, ma il gallone è circa 4^{lire}, 54; circa 4^{lire}, 08 per ogni litro. Ma questo è un capitale strumento che si trasforma, ma non si consuma, quindi nella spesa giornaliera non ne calcoleremo che il suo interesse insieme con quello della macchina, e fisseremo per maggior sicurezza il costo di questa colla soluzione ammoniacale a lire 30,000; basandoci sulla cifra americana allora avremo 73lb e 1/2 di carbone corrispondenti a circa 33^k, 81, ossia 0^{tonn.}, 0338; fissandone il prezzo come è attualmente assai ele-

vato, cioè a circa 60^{lire} la tonnellata, avremo, come spesa di carbone 2^{lire} 03; quanto agli stipendi, da noi sono assai più moderati, e si può ritenere 10 lire all'ingegnere e 5 al fuochista al massimo, in tutto 15 lire; supponendo che si lavori, come a Torino, in questo mestiere 11 ore al giorno, la frazione 0,05277 corrisponde a 35 minuti primi circa, sarà forse mezz'ora; in questo tempo dunque si produrranno 18 galloni di ammoniaca liquefatta col metodo Lamm, vale a dire 81^{litri} 72 circa; nel calcolo però riterremo per maggiore larghezza 80^{litri} e per evitare errore la stessa frazione di tempo, avrassi:

34 ^{litri} di carbone a lire 60 la tonnellata	L. 2 04
Un ingegnere a 10 lire ed un fuochista a 5 lire al giorno per 0,05277 dà	» 0 79
Interesse del costo della macchina (30,000 lire) al 20 0/0 annuo, ossia $\frac{60,000}{3650}$ lire al giorno, eguale . . .	» 0 87
Costo di 80 litri ossia di 60 ^k 8 di ammoniaca liquefatta adoprando una soluzione a 21° Beaumé con 100° — nel generatore a 15° nel condensatore	L. 3 70
Al litro quindi circa 0, 047, al chilogramma 0,061.	

Vista così una descrizione, un calcolo della spesa, del procedimento stato adoperato per usare di un tal motore, passiamo ad una rapida scorsa sui casi in cui può convenire la sua applicazione.

Per ispiegarsi, i casi in cui l'applicazione del *motore* ammoniacco potrà essere utile, farà d'uopo anzi tutto studiare i vantaggi di tal motore; essi sono:

1° La facilità di potere immagazzinare la forza in quantità qualsiasi e dovunque; problema sui vantaggi della cui soluzione non mi propongo certo di parlare, perchè sarei certo di dover fare un volume; di fatti l'odierna questione della distribuzione della forza motrice a domicilio, distribuzione

che si vuole fare coll'aria compressa nella nostra Torino, utilizzando una artificiale caduta del Po, sarebbe egli mai meno costosa? Una semplice officina sul sistema Tellier o Lamm accanto al Po, se si vuole, in modo da poterne utilizzare la forza, occorrendo, a far uso di pompe di compressione, ed una serie di carri fatti come quello della figura 4^a, ed il problema è risolto, dando così anzi all'industria un motore assai più tranquillo dell'aria compressa e che occupa molto minore spazio; di fatti per dare lo stesso volume di vapore a 25° colla tensione di 10^{at}, che dà un litro di ammoniacca, occorrerebbero 100 litri d'aria compressa sotto la predetta pressione! Questo vantaggio è tanto chiaro per sè stesso, che non mi fermo più a lungo a discuterlo.

2° Il piccolissimo spazio che essa occupa, talchè la macchina, di cui ho dato il disegno e che si può ritenere della forza di 1/2 cavallo a vapore, non occupa che una circonferenza di diametro da 90^{cent.} ad 1^m, ed un'altezza di 1^m,5; vantaggio anche questo considerevole tanto più dal lato economico.

3° La sua maggiore leggerezza; diffatti per dare un esempio, per trascinare per 20^{km} una carrozza del peso di 3 tonnellate lungo una via ordinaria di pianura e ben lastricata, occorrono, ritenendo il doppio di quello che ordinariamente si calcola per le vie ferrate, $10 \times 3 = 30^{kg}$ di sforzo di trazione (V. relazione già citata del Biglia) e quindi un lavoro di 600,000^{kg}; ma un kg è capace di dare 16000^{kgm}, dunque occorreranno 37^{kg},5 di gas ammoniacale liquefatto e 140^{kg} d'acqua per assorbirlo; poniamo 40^{kg} di quello e 160 di questa, 200^{kg} in tutto; il peso da aggiungersi alla carrozza sarà, ponendo 450^{kg} le ruote e 550^{kg} il peso del ferro che vi sta sopra, di 1200^{kg}, non una tonnellata e mezzo, mentre a fare un simile lavoro, con una macchina a vapore d'acqua occorrerebbero per lo meno da 3 a 4 tonnellate.

4° La possibilità di tenerlo per lunghissimo tempo inerte,

senza che menomamente si guasti, essendo pronta l'azione dell'ammoniaca sulla ruggine, e non potendosi temere nei limiti delle ordinarie temperature un troppo soverchio cedimento nella pressione; la facoltà di poterlo risvegliare quasi istantaneamente, aprendo un semplice robinetto e di farlo subito cessare chiudendolo, ed anche la maggior sicurezza, in quanto che nei cilindri non vi è punto liquido condensato, stanno il naturale stato di gas dell'ammoniaca alle ordinarie temperature e pressioni.

5° La mancanza di forno, cosa da non trascurarsi in un motore che si deve porre in mezzo agli abitati, e non pochi difatti sono i casi in cui un industriale è costretto a pagare delle somme ai proprietari vicini per l'incomodo che egli dà loro col fumo delle sue macchine.

6° La maggior salute del macchinista, che non è costretto a stare davanti ad una fornace ardente, nè a digerirsi tanti prodotti, che, se furono trovati da qualcuno utili alla costituzione, si eviterebbero volentieri, e soprattutto l'inutilità del fuochista, per cui, se si supponga, per esempio, un'officina che somministri gas liquefatto a quattro carri, per esempio, all'ora, se si dovranno tenere due uomini nell'officina, se ne risparmieranno sei sui carri, perchè con questa macchina lo stesso macchinista può fare da fattorino, come negli omnibus americani, mentre adoperando il vapore sono assolutamente necessari tre uomini di più per carro.

7° La possibilità di servirsi del calore solare estivo, che come si sa può raggiungere anche sino 48°, e ciò dico riguardo a quelle macchine che agiscono all'aperto, e questa osservazione non devesi neppure passare per secondaria, giacchè a tal temperatura l'ammoniaca ha più di 15^{at} di tensione, tensione più che considerevole.

Finalmente vorrei aggiungere l'economia del motore, ma su questo argomento bisogna tener calcolo delle circostanze più o meno particolari dell'operazione; certo è che se la pro-

duzione di gas liquefatto è fatta in vasta scala, se la produzione della soluzione ammoniacale è contemporanea, se si adopera combustibile di minor valore, locchè si può fare, non tenendo stretto conto del maggiore o minore spazio, che può avere in conseguenza la caldaia, si potrà, se non raggiungere, approssimarsi di molto alla spesa di combustibile di una macchina a vapore delle più perfezionate del giorno d'oggi; ed allora il capitale fisso, essendo in totalità assai più piccolo di quello delle macchine ordinarie, potendo con un solo generatore di gas liquefatto somministrare il necessario per qualsivoglia numero di macchine, si potrà forse raggiungere la desiderata economia; ma occorrono a questo uopo studii serii sulle applicazioni, occorre uno sviluppo della cosa, insomma quello sviluppo cha ha portato le macchine a vapore dalla gigantesca baracca di Stephenson alla odierna e completa semplicità. Del resto questo motore ha anch'esso i suoi svantaggi, e sono dessi l'inevitabile puzzo nella liquefazione e quindi l'obbligo indubitabile di respirare qualche poco questo gas contrario all'economia animale, il risparmio che si deve fare delle fughe di vapore, onde non sprecare un prodotto che ha valore, e finalmente il dispendio che occorre di combustibile alquanto più forte che nelle macchine a vapore. Diffatti nelle odierne macchine perfezionate si arriva a non consumare che 5^{kg} ed anche meno di carbone per cavallo e per ora; qui invece per produrre 60^{kg} di gas liquefatto capaci di fare la forza di 3^{cav.}, 5, si è visto la necessità d'impiegare 33^{kg}, quasi il doppio; ma occorre però riflettere che osservando il prezzo (5 doll. per tonnellata inglese, lire 25 circa ogni 1016^{kg}); si vedrà che il carbone stato adoperato non era certo del migliore. Ma questi svantaggi si possono studiare, e col tempo riparare; e non si deve perciò subito negare la bontà di questo metodo, che presenta d'altronde tanti vantaggi da impiccolire di gran lunga questi inconvenienti, che pur troppo tengono indietro la speculazione ed impediscono

l'introduzione di queste macchine sia a gas che a liquido, serrando innanzi all'occhio industriale un nuovo campo di scoperte e di studi.

Prima fra le applicazioni sperimentali già attuate dell'ammoniaca è quella della trazione, e per non perdermi in noiose tirate ecco quello che dice a tal riguardo il rapporto americano fatto da Lamm e soci sul loro omnibus :

« L'esperimento fu fatto sopra un percorso di sette miglia
« (11,265^m 2043) (il miglio inglese è di 1609^m 3149) con un
« consumo di soli $\frac{161}{100}$ (45 08) di piede cubico di ammoniaca,
« e ciò malgrado il mezzo ordinario e poco meccanico di
« trasmettere il moto dalla macchina al vagone, mezzo reso
« necessario dalla circostanza che macchina e vagone non
« erano costrutti l'uno per l'altro, e furono quindi riuniti al
« solo scopo di dimostrare la praticabilità del sistema. L'in-
« dicatore di pressione registrava alla partenza 120 libbre
« (8^{at} 17) per pollice, e la stessa pressione esisteva ancora
« all'arrivo, non indicando mai, durante il percorso, una
« variazione maggiore di 10 libbre per pollice quadrato.
« L'esperimento per oltre 300 corse diede sempre gli stessi
« risultati. »

Questo esperimento riportato dai giornali più seri e più stimati americani, inglesi ed italiani non può essere falso; d'altra parte la privativa presa dall'inglese Armour su questo argomento non può a meno di attestare la felice riuscita dello esperimento; si può dunque conchiudere che l'idea di Tellier ha preso corpo e vita, non resta che ad incoraggiarne lo sviluppo.

Da questo argomento, stantechè mi sono prefisso in questo capitolo di non parlare che delle applicazioni oramai sanzionate dall'uso, passerò ad un'altra applicazione non meno importante e non meno industriale, quella della fabbricazione del ghiaccio.

3° *Applicazione alla fabbricazione del ghiaccio.* — Questa macchina che ha destato una lotta vivissima tra Tellier e Carré, e che poi in seguito alla deliberazione della Corte imperiale ha preso il nome di quest'ultimo, ha fatto nelle industrie un gran colpo, e gli annali dell'Accademia delle scienze sono pieni degli elogi attribuiti all'inventore. Il principio fondamentale di questa macchina è l'esperienza di Faraday; diffatti si è detto nel capitolo 1° come riscaldando una soluzione in un tubo ricurvo si produca in un estremo gas liquefatto, e come cessando il riscaldamento questo estremo si raffreddi altamente, congelando persino l'umidità dell'atmosfera che lo circonda; ora poco costa l'immaginare un simile apparecchio, non più in piccolo, ma in grande e metallico, aggiungendovi, per ispiegarne la continuità, un secondo tubo che parta dal condensatore, e passando per un recipiente pieno d'acqua e poscia per un corpo di tromba, torni nel generatore sotto forma di serpentino munito di un numero straordinario di buchi. Ecco quindi come agisce: il vapore svolgentesi dal *generatore* ne sorte per un tubo che si ripiega a serpentino leggermente inclinato, scompartendosi anzi in più rami entro un recipiente ripieno d'acqua fredda e corrente; di qui ne esce già quasi liquido ed entra in un vaso detto *liquefattore* a forti pareti, dove si liquefa completamente ed entra quindi liquefatto nel *congelatore*, che è un apparecchio di forme variabilissime, generalmente però con capacità cilindriche, entro cui si pone l'acqua a congelare. Il liquido formato trovando mezzo di riscaldarsi, si vaporizza, congelando l'acqua, e fugge per un altro tubo in un serpentino ove si trova dell'acqua e quivi si scioglie. Una pompa poi lo prende di qui e lo porta nel generatore facendolo entrare sotto forma di finissima pioggia attraverso il serpentino che s'è già altrove accennato, e che dicesi *rettificatore*, perchè entrando il liquido ricco di ammoniaca sotto questa forma e freddo raccoglie l'acqua

che può portar seco il vapore svolgentesi nel generatore e l'arricchisce.

Oltre a questi apparecchi capaci di produrre da 1000 a 10,000 calorie, Carré studiò altresì altri piccoli apparecchi intermittenti per uso domestico capaci di dare da 4 a 5 chilogrammi di ghiaccio in pochissimo tempo, i quali sono fondati sul principio surriferito di cui non sono che un esempio.

Non istarò qui a parlare più a lungo di questa macchina che un mio collega ha già trattato estesamente fin dall'anno scorso, mi contenterò di dire che il solo difetto rinvenuto dal Giurì dell'ultima esposizione di Londra nei piccoli apparecchi è stato quello di costare ancora assai caro (da 100 a 300 lire) per l'uso domestico. Ecco dunque una macchina che fa fede della buona riuscita che può avere nelle industrie la introduzione dell'ammoniaca.

4° *Applicazione allo spurgo dei pozzi neri.* — Altra applicazione sancita dall'uso si è quella attualmente adottata in alcune città d'Europa per lo spurgo dei pozzi neri. Essa consiste nel riempire i bottini fatti con lamiera di ferro di gas ammoniaco, scacciandone anzitutto l'aria; poi nel farne il vuoto facendoli comunicare con recipienti d'acqua. Portati così i bottini in vicinanza al pozzo nero, l'aria atmosferica gravitando sulle sostanze in esso contenute, mediante apposito tubo li riempirà impiegando pochissimo tempo e necessitando a tal uopo nessun lavoro. Le acque madri poi, che ordinariamente restano al fondo, si possono in modo analogo estrarre mediante successivi inaffiamenti e spurghi; facendo uso o di altri bottini più piccoli o di pompe munite di apposito apparecchio profumatore.

Vi sarebbero altre applicazioni, ma di poca importanza, per cui passo all'ultima parte del mio lavoro, a quella che maggiormente presenta idee di novità.

Applicazioni probabili.

1° *Applicazione alle piccole industrie.* — Lasciando da parte le piccole industrie da fabbro, da legnaiuolo, tornitore, ecc., che tutti avrebbero qualche vantaggio a fornirsi di un motore ammoniacale, ammessa ben inteso l'esistenza d'una grande officina di generazione, vi sono altresì certe industrie speciali in cui l'uso dell'ammoniaca sarebbe un'economia di tempo, di denaro, di uomini, a cui il vapore d'acqua non avrebbe mai potuto supplire. Così, p. es., le grue, che non lavorano che di rado, e che si è costretti perciò a dotare di una serie d'ingranaggi per manovrarle a mano, molto guadagnerebbero di questa modificazione; diffatti con un solo aprire di robinetto, lasciato chiuso per quanto tempo si voglia, la forza si risveglierà e la gru agirà istantaneamente; così le pompe ad incendi con questo mezzo guidate da un uomo solo potrebbero permettere al personale intorno ad esse indispensabile di rendersi utile in altri servigi, e tutti conoscono la necessità di persone pratiche in tali momenti: di più l'azione sarebbe immediata, laddove adoperando il vapore bisognerebbe riscaldare, ecc.: così nelle navi da fiumi, nei porti di passaggio, dove una macchina a vapore ordinaria può costantemente essere una minaccia d'incendio, quanto vantaggio si otterrebbe ad adoperare questo motore; gli argani pel sollevamento di materiali là ove la vicinanza degli abitati, il piccolo spazio richiedessero un piccolo motore di rapida azione e di poca forza; le scale mobili là dove le altezze rimarchevoli delle case costringono le persone a salite troppo forti, nel qual caso il maggior fitto che si potrebbe ricavare dagli alloggi sarebbe di compenso più che sufficiente al dispendio della macchina; le macchine agricole, ecc.: insomma tutte quelle industrie che necessitano d'un motore che non presenti pericoli di incendio, che debba agire velocemente, e

velocemente fermarsi, che debba stare molto tempo senza lavorare, ecc., non potrebbero richiedere motore migliore e più piccolo in volume che il motore ad ammoniacca.

2° *Applicazione alla trazione per vie ordinarie.* — Ma oltre alle industrie anche la trazione per le vie ordinarie può essere tentata; diffatti quali sono le cause che rendono questa così poco volgarizzata colle macchine a vapore d'acqua? Esse sono:

1° L'enorme peso delle macchine che, mentre distrugge in poco tempo le inghiaiate ed i selciati, porta con sè l'inconveniente, allorchè vi sia fango o terreno fangoso, di corriccarsi nel terreno, d'onde poi è difficile l'estrarlo.

2° Lo spavento prodotto negli animali dallo avanzarsi di un simile corpo, e più ancora dal frastuono suo assordante; difficoltà però che pareva persino dovesse impedire l'introduzione dei velocipedi, mentre poi sparì allorchè si abituarono gli animali al loro passaggio.

3° Il fumo, le ceneri gettate così nell'aria, che riescono di grande incomodo agli abitati, come anche il fuoco lanciato lungo le strade.

4° Il bisogno di rinnovare costantemente l'acqua di alimentazione.

5° Lo sconquassamento delle macchine in seguito ai bruschi movimenti dovuti alle inghiaiate, ecc.; ma a questo, che era una volta il più serio, pare si possa ora rimediare mediante le recenti invenzioni dei cerchioni elastici di guttaperca, dei cerchioni d'acciaio e persino di legno, che hanno fatta ultimamente buona prova in Inghilterra.

6° Mancanza d'intelligenza nel cavallo onde evitare le disgrazie.

Quanto alla prima ho già detto altrove come venga grandemente modificata con questo motore, e come anzi si possa dire affatto tolta, riducendo a circa $\frac{1}{3}$ il peso delle macchine; peso che si può rendere ancor più insensibile ponendo

i cilindri del movimento orizzontali contro le ruote, ed i cilindri generatore e condensatore uniformemente distribuiti sulla parte superiore della vettura, come fece Lamm. D'altronde il peso da 4 a 5 tonnellate su una lunghezza di 3^m a 4^m è un peso che può benissimo essere sopportato continuamente da qualsiasi strada, purchè non di terra grassa. Quanto alla seconda la mancanza di fumo, la grossezza non eccezionale, ma normale del veicolo non potrà certo incutere timore, come non ne nascerà di certo per causa del rumore che non è più così forte stante la diminuzione di peso. Quanto alla terza ed alla quarta è per sè manifesto che non vi sono, poichè nulla osterà acchè si prenda prima di partire la necessaria quantità di gas liquefatto, ed a questo scopo se ne costituisca il meccanismo. Quanto poi alla quinta nulla impedisce di far uso delle nuove scoperte con maggiore vantaggio anzi, poichè ognuno comprende che diminuendo il peso devono necessariamente diminuire questi moti anormali che sono così di disturbo ai passeggeri. Quanto poi all'ultima difficoltà essa è certamente inevitabile, ma allora a che serve il pensare alla trazione meccanica per vie ordinarie? Tanto vale restare sempre allo stato primitivo. E come va che in Inghilterra queste locomotive stradali, con tutti gli inconvenienti che presentano, sono state e sono tuttora adoperate in grande scala, ed in Londra stessa durante la notte? E non v'ha dubbio che se si perde l'intelligenza del cavallo si hanno però nei fischi, e nel rumore sempre più forte, tali segnali che possono rendersi più che sufficienti a dare una quasi completa garanzia di evitare le disgrazie non assolutamente cercate.

Prima di chiudere questo argomento dirò due parole sopra un apparecchio immaginato da Tellier e da lui battezzato col nome di *cavallo-ammoniaca*, che non manca di essere ingegnosissimo. S'immagini il motore ammoniacco, precedentemente descritto, modificato in guisa che il cilindro motore

venga tolto alla parte superiore, e ne vengano invece posti due C nel serbatoio A rovesciati e connessi fortemente alle sue pareti, gli estremi di tali stantuffi portino callettato ciascuno un altro stantuffo, che agisce da pompa, come quello del motore già studiato, mentre che essi fanno girare una coppia di ruote dentate coniche ad asse orizzontale, che trasmettono il loro moto ad un albero verticale d terminante alla sommità, proprio là dove nel nostro motore eravi il cilindro in una ruota conica dentata ad asse verticale; in questa mediante un piccolo manubrio di comando v si possa a volontà fare ingranare con una o con un'altra di due ruote dentate ad asse orizzontale, e quindi dare il moto o in un senso o nel senso inverso. Il tutto poi sia posto sopra una ruota T sostenuta verticalmente mediante un timone xx conficcato nelle due ruote anteriori della carrozza e munito di tre braccia, una incurvata superiormente che va a finire in un riquadro fatto sui recipienti, ed in due altre che vanno sotto il recipiente maggiore, e può scorrere all'intorno non essendo ritenuto che da un piccolo rilievo t ; questo sistema basta per garantire in modo più che certo la stabilità. Dato però il modo di avanzare e di retrocedere, erano ancora necessari altri mezzi per dare la direzione e per regolare la forza: uno si risolse col porre un'asta verticale X fissa mediante due sbarre al cilindro, ma girevole entro i collarini di queste sbarre, e tale che girandola a mano d'uomo mediante una manovella gira anche una ruota dentata, che con essa è solidaria e con questa un settore dentato che ingrana insieme, e così si dà a volontà la direzione girando o in un senso od in un altro: quanto al mezzo di moderare la forza esso consiste in un registro R posto alla entrata del vapore nel cilindro dell'acqua per mezzo dei tubi k ; è evidente che lasciandone maggiormente penetrare la contropressione scema, ed il movimento è più celere; scemando invece la quantità che vi penetra, ne resta una parte non sciolta e quindi cresce: è una cosa simile

a quella che si fa ordinariamente nelle macchine di navigazione, dove non si modera quasi mai l'immissione, ma si aumenta o si scema la condensazione a seconda dei bisogni. Concludendo dirò che con due di tali cavalli egli si proponeva di attraversare con un *omnibus* tutto Parigi col solo dispendio di 30 chilogrammi di ammoniaca liquefatta.

3° *Applicazione alla trazione per vie ferrate di montagna e con tunnels.* — Anche la trazione per vie ferrate potrà in qualche caso giovare di tal motore, ad esempio nel passaggio dei tunnels e nelle forti salite: quanto al primo caso ognuno ne comprende facilmente il perchè; quanto al secondo si è perchè l'ammoniaca risolve il doppio problema di poter rendere in modo uniforme assai pesanti i vagoni, applicandosi un cilindro motore ad ogni ruota di vagone, ed un apparecchio motore ogni vagone, e di avere nello stesso tempo un peso non tanto esagerato da guastare la strada. Ed a questo proposito chi sa che coll'impiego della ammoniaca nell'ora progettato e, pare, stabilito tunnel sottomarino di Calais non si potrebbe fare un grande risparmio nei ventilatori, che diventerebbero, se non inutili, necessari in molto minor numero!

4° *Applicazione alla trazione per vie ferrate economiche.* — Sulle ferrovie economiche però è il vero luogo ove potrebbesi più convenientemente utilizzare il motore ammoniacco, ed è quello su cui agisce tuttora a New-Orleans in America; difatti la piccolezza dei vagoni e la poca larghezza delle macchine apporterebbero un enorme risparmio nelle rotaie, un altro nel personale di servizio, potendo un solo individuo far da macchinista, conduttore e fuochista; una spesa molto minore nelle opere d'arte, come i ponti, gli sterri e gli interri, vincendosi le pendenze e potendosi girare in curve di piccolissimo raggio. Anzi potendosi racchiudere la ferrovia in piccolissimo

spazio le strade già esistenti concesse dai Comuni interessati in piccola parte coll'aggiunta di poca spesa potrebbero essere utilmente usufruite, ma a quest'uopo spetterebbe altresì al Governo di concorrere, mitigando le tasse che gravitano forti su queste ferrovie con tanta economia e con tanto pubblico vantaggio costrutte.

5° *Applicazione alla ventilazione degli edifizii.* — Bello e non privo di probabilità è pure un metodo proposto per la aera- zione degli edifizii, fondato su questi due principii: 1° Che nel vuoto i liquidi emettono i vapori alla loro massima tensione; 2° Che se due liquidi comunicanti sono a diverse tempera- ture, si ha nel più freddo condensazione e nell'altro vapo- rizzazione. Diffatti s'immagini un serpentino comunicante per un suo estremo con un serbatoio d'acqua posto alla som- mità dell'edificio ad aerarsi, entro a cui si possa introdurre una dose più o meno forte a seconda del bisogno d'acqua a 10°, e con esso comunicante si supponga un fascio di tubi contenenti ammoniaca liquefatta e sospesi alla sommità di un camino, che comunica dal disotto coi luoghi a raffreddarsi, dopo estratta l'aria dai tubi, locchè si può fare facilmente mediante un robinetto di sfogo, è chiaro che si stabilirà un equilibrio tra le tensioni e quindi tra le temperature dei tubi e del serpentino a seconda della maggiore o minore quantità d'acqua; cosicchè se si voglia raffreddare per esempio da 20° a 10° (temperatura dell'acqua di pozzo) una sala di 10 metri cubi di capacità, essendo 1,293 il peso di 1^{cm} d'aria e 0,237 il suo potere calorifico dovrà aumentarsi di

$$10 \times 15 \times 1.293 \times 0.237 = 45^{\text{kg}}, 96$$

d'acqua, circa 5^{kg} d'acqua per metro cubo d'aria.

6° *Applicazioni all'areostazione.* — Altre e varie applicazioni furono proposte e lo sono tuttora dell'ammoniaca, ma a dirle

occorrerebbe non una semplice dissertazione, ma un trattato voluminosissimo; lasciando dunque da banda quelle, che si riferiscono alla fabbricazione della birra, alla produzione di acqua dolce dalla salata sui bastimenti, alla fabbricazione di sale marino, di oggetti d'arte in marmo, alle macchine a vapori combinati d'acqua e d'ammoniaca, alla navigazione, che si possono più facilmente comprendere che spiegare, compio questo mio lavoro accennando ancora una bella applicazione dell'ammoniaca, ed è quella all'aerostazione.

Diffatti l'ammoniaca somministra un gas munito di tutte le proprietà necessarie all'aerostazione. Più leggero dell'aria permette all'aeronauta di salire in essa a rilevanti altezze; non infiammabile lo guarentisce dalla paura d'incendio; somministrato in grande abbondanza dal gas liquefatto, poichè 1 litro può darne 1^{mc}, crea la facoltà di gonfiare il pallone in caso di fughe, di perdite, ecc., evitando così il trasporto di sacchetti di arena e simili; facilmente assorbito dall'acqua presenta al viaggiatore il mezzo di vuotare il pallone più che rapidamente, anzi, con tale velocità, che occorrerebbe porre appositi robinetti moderatori, come nell'apparato Carré; finalmente egli mantiene il suo stato gassoso fino a temperature abbastanza basse da non lasciar caso a preoccuparsi di una possibile condensazione.

Chiudo con questo il mio povero lavoro e lo espongo al giudizio di questa Eccelsa Commissione, persuaso ch'ella vorrà perdonare gli errori di cui è ripieno, tenendo conto della buona volontà con cui presi a trattarlo e della mia poca esperienza.

GARNERI VIRGINIO.

L'AMMONIACA COME FORZA MOTRICE

Fig 1^a

MOTORE TELLIER

Privativa Francese, 7, Gennaio 1865

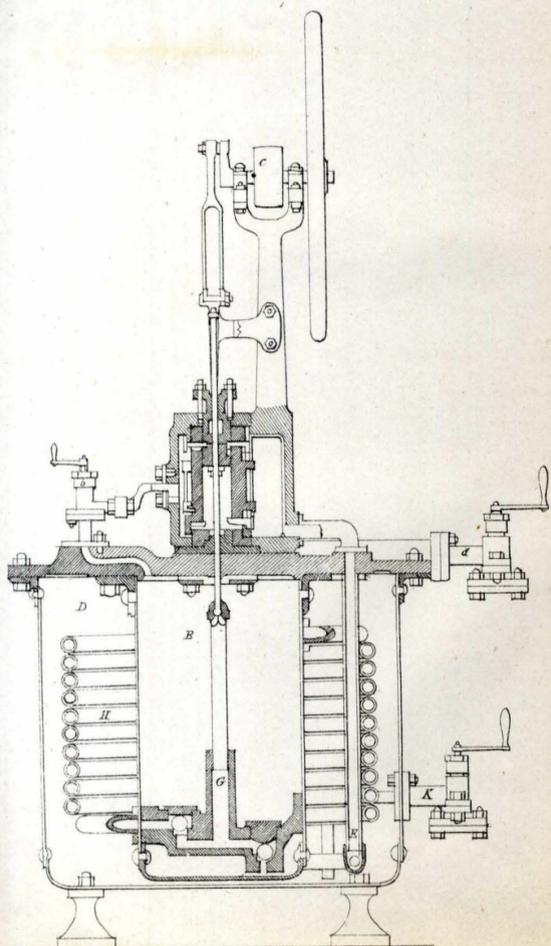


Fig 2^a

MOTORE LAMM.

Privativa Americana, 19, Luglio, 1870.

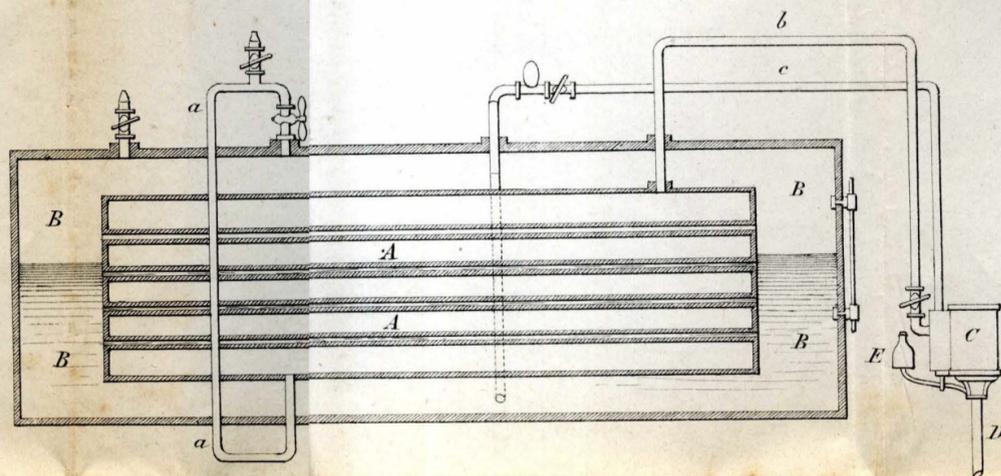


Fig. 4^{aa}

GENERATORE E RIGENERATORE TELLIER

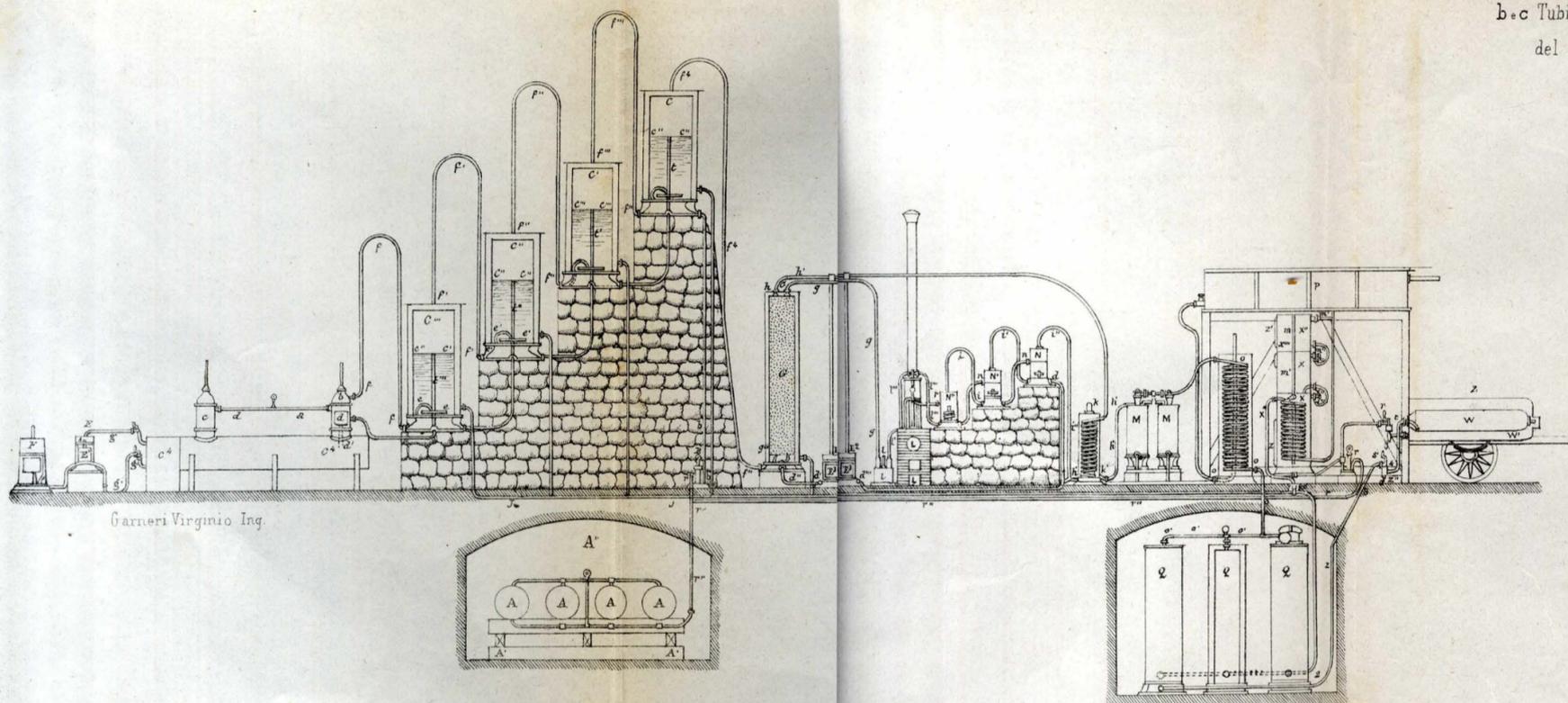


Fig. 5^a

CAVALLO AMMONIACO TELLIER

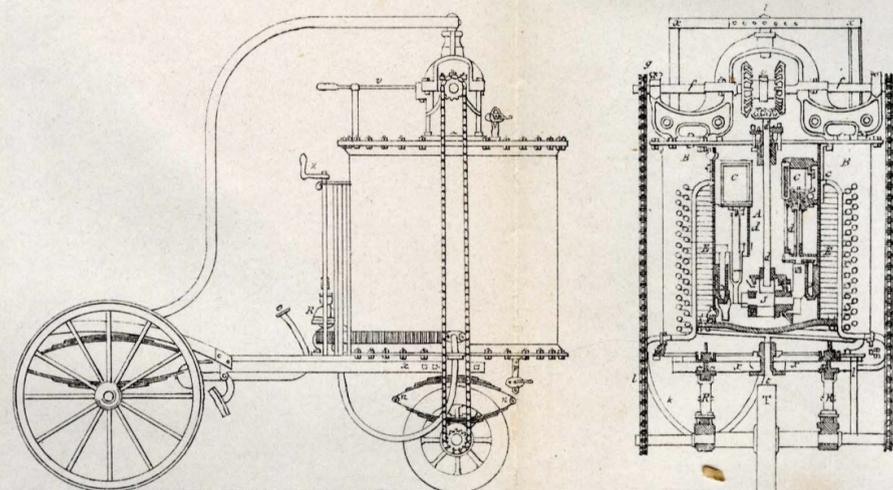


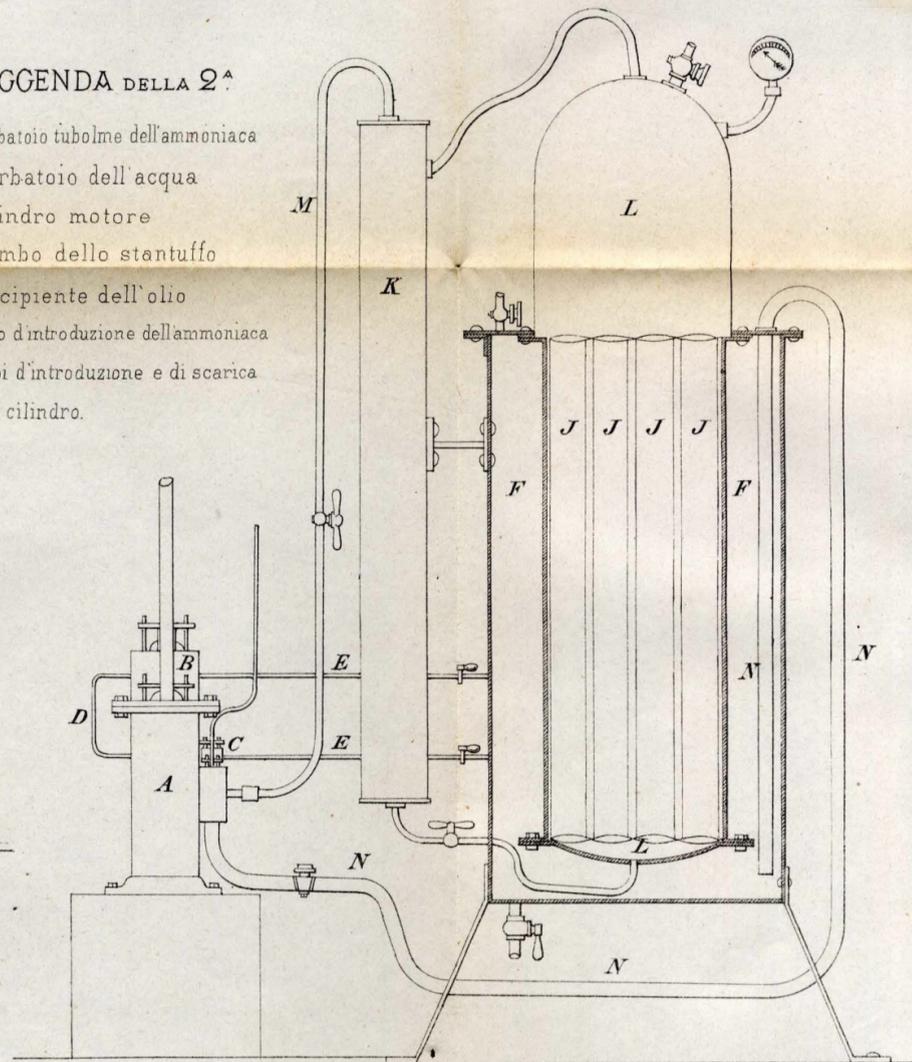
Fig. 3^a

MOTORE ARMOUR

Privativa Inglese, 25, Febbraio, 1871.

LEGGENDA DELLA 2^a

- A Serbatoio tubolare dell'ammoniaca
- B Serbatoio dell'acqua
- C Cilindro motore
- D Gambo dello stantuffo
- E Recipiente dell'olio
- a Tubo d'introduzione dell'ammoniaca
- b, c Tubi d'introduzione e di scarica del cilindro.



Lit B. Marchisio e Figli Torino