

FONDAZIONE  
ISTITUTO INTERNAZIONALE DI STORIA ECONOMICA  
"F. DATINI"  
Serie rossa. Studi e ricerche  
13

ROBERTO SALVADORI  
**MERCEOLOGIA GENERALE**  
PRINCIPI TEORICI

FIRENZE  
CASA EDITRICE POLIGRAFICA UNIVERSITARIA DEL DOTT. CARLO VITA  
1933-XI



RIPRODUZIONE ANASTATICA  
Postfazione di Leonardo Borsacchi

Fondazione Istituto Internazionale di Storia Economica "F. Datini"  
Collezione privata  
© novembre 2016

## **DATI BIBLIOGRAFICI:**

**Salvadori, Roberto** [Mantova 1873 - Firenze 1940]

**Merceologia generale : Principi teorici. I. Le proprietà delle Cose. II. Concetto merceologico dell'energia / Roberto Salvatori** - Firenze : Casa Edit. Poligrafica Universitaria, Carlo Cya, 1933 (Spoleto, Arti Graf. Panetto e Petrelli) . 233 p. ; 26 cm (Biblioteca T.E.M) L. 35.

**BIBLIOTECA T. E. M.**  
COLLEZIONE TECNICO - ECONOMICO - MERCEOLOGICA  
DIRETTA DAL PROF. ROBERTO SALVADORI

**ROBERTO SALVADORI**  
DEL R. ISTITUTO SUPERIORE DI SCIENZE ECONOMICHE E COMMERCIALI DI FIRENZE

# Merceologia Generale

**PRINCIPI TEORICI**

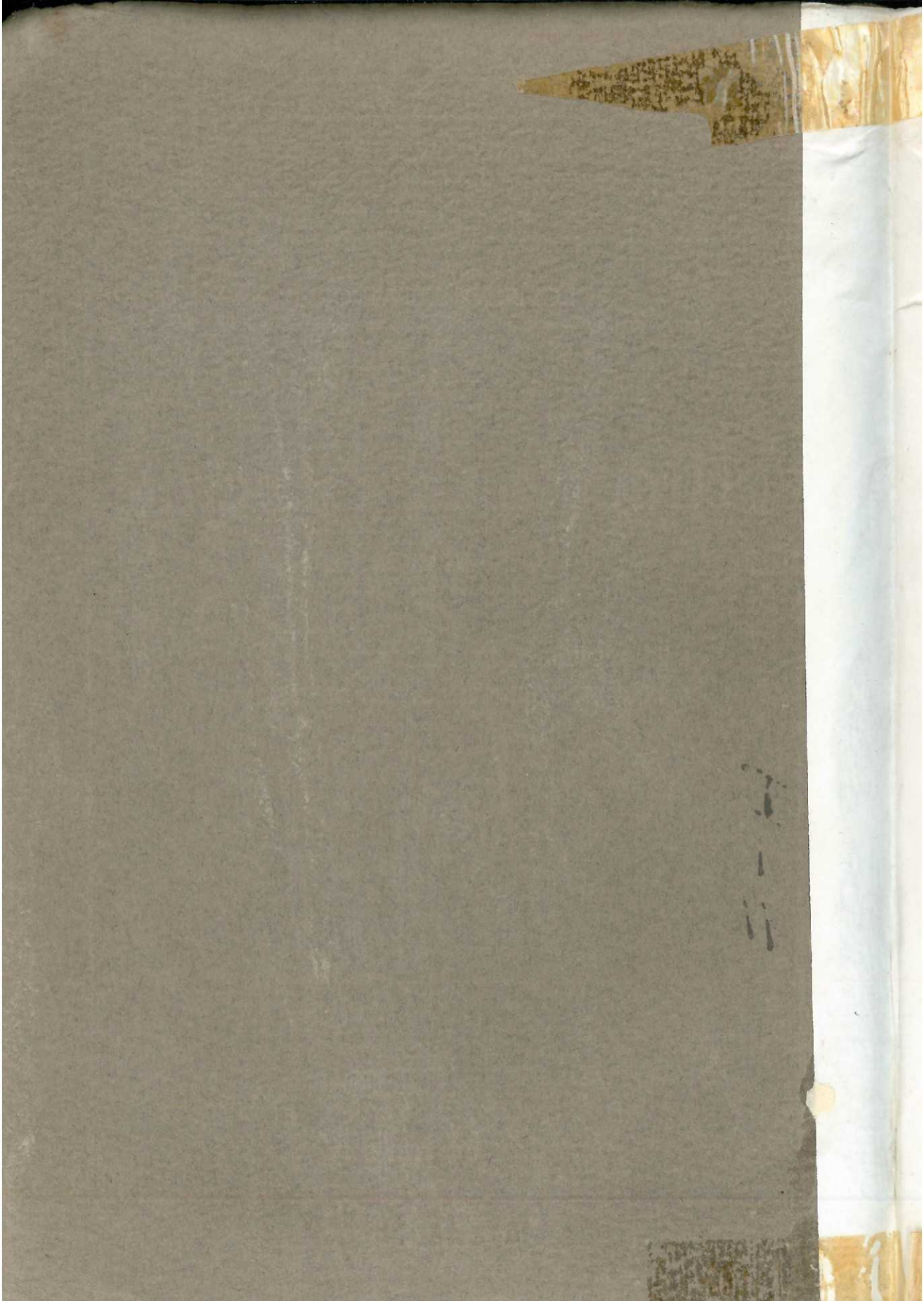
- I. LE PROPRIETÀ DELLE COSE  
II. CONCETTO MERCEOLOGICO DELL'ENERGIA



*5674*

FIRENZE  
CASA EDITRICE POLIGRAFICA UNIVERSITARIA  
DEL DOTT. CARLO CYA

1933-XI



88

*All' Ill. G. L. Rolla  
con auguri - o-ggi's  
Roberto*

ROBERTO SALVADORI

DEL R. ISTITUTO SUPERIORE DI SCIENZE ECONOMICHE E COMMERCIALI DI FIRENZE



$\frac{1}{IV}$   
8

# Merceologia Generale

PRINCIPI TEORICI

- I. LE PROPRIETÀ DELLE COSE
- II. CONCETTO MERCEOLOGICO DELL'ENERGIA

~~II~~  
11



*Inv. 5674*

FIRENZE  
 CASA EDITRICE POLIGRAFICA UNIVERSITARIA  
 DEL DOTT. CARLO CYA  
 1933-XI

---

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

---

*Al. Petrelli*

---

ARTI GRAFICHE PANETTO & PETRELLI — SPOLETO.

## PREFAZIONE

*Il quadro d'insieme di tutte le scienze si può benissimo paragonare al quadro di una vetrata a colori. Ogni pezzo di vetro colorato è il campo dovuto a ciascuna scienza, i nastri metallici di collegamento fra i diversi vetri colorati sono le cognizioni generali che collegano fra loro le scienze creando col quadro di insieme l'armonia di collegamento.*

*Tutto sta saper scegliere e connettere le linee di contatto perchè non avvengano delle deformazioni in ciò che si vuole esprimere.*

*La merceologia è nel quadro delle scienze quella che più d'ogni altra si estende e si frastaglia. Essa si compenetra con la chimica, con la fisica, con le scienze naturali da un lato, e dall'altro confina con le scienze economiche e politiche.*

*Più difficili sono quindi i contorni di collegamento per far risaltare il suo colore nel quadro generale delle scienze.*

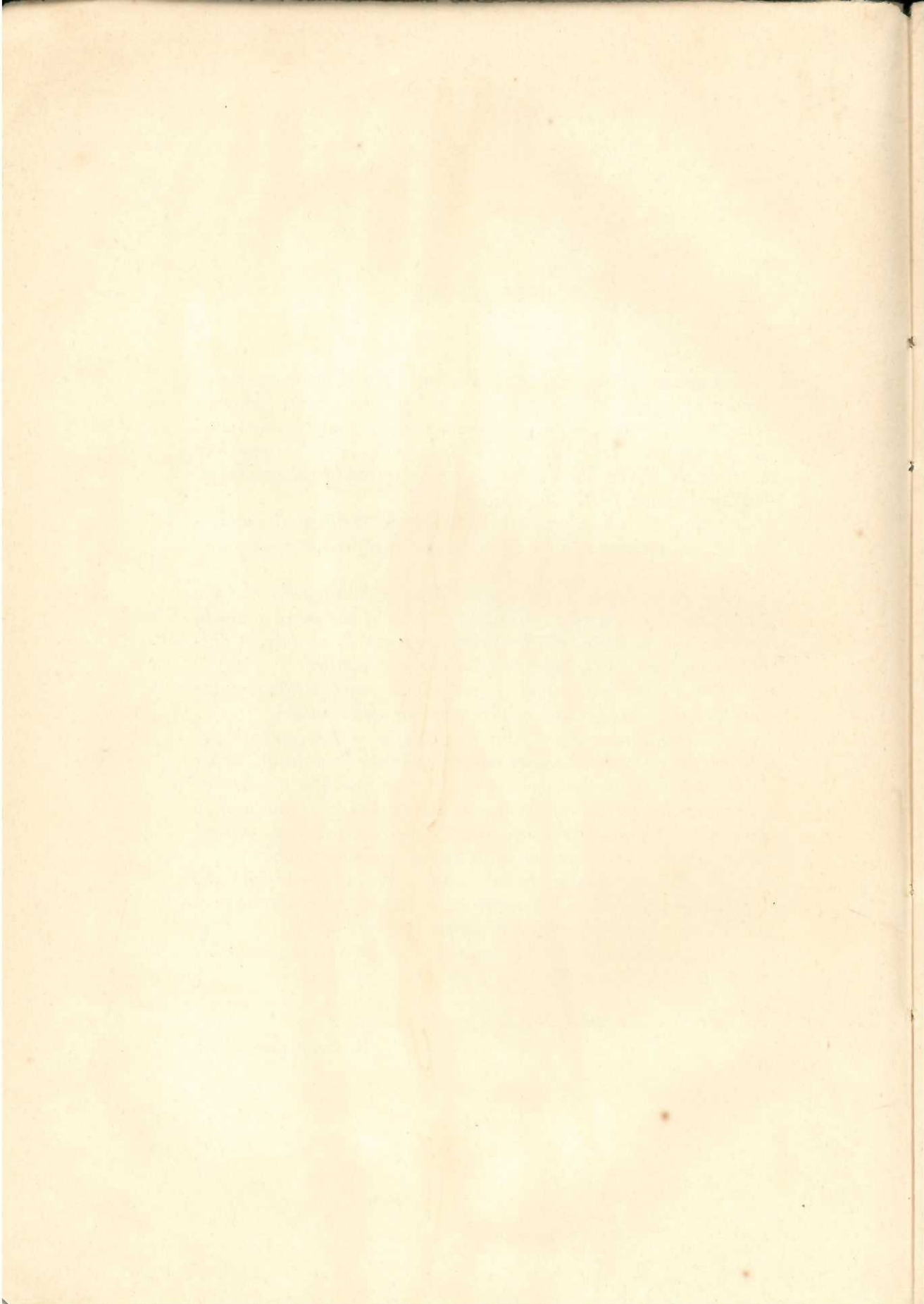
*Insomma nel campo della merceologia si può entrare per l'ampia barriera delle scienze fisiche, chimiche e naturali, o per la non meno ampia barriera delle scienze economiche e politiche. Ma una volta entrati essa assume le caratteristiche di una scienza determinata dalla natura dei prodotti che si considerano in rapporto alle loro applicazioni nella grande Società umana.*

*Si possono dunque fissare anche per la merceologia dei concetti generali di collegamento ed è questo che io ho tentato di fare con la pubblicazione di queste mie lezioni.*

*Questo libro non incide nei dettagli delle nozioni, ma vuole svegliare delle idee e stimolare i giovani a più conoscere.*

Firenze, dicembre 1932.

R. SALVADORI



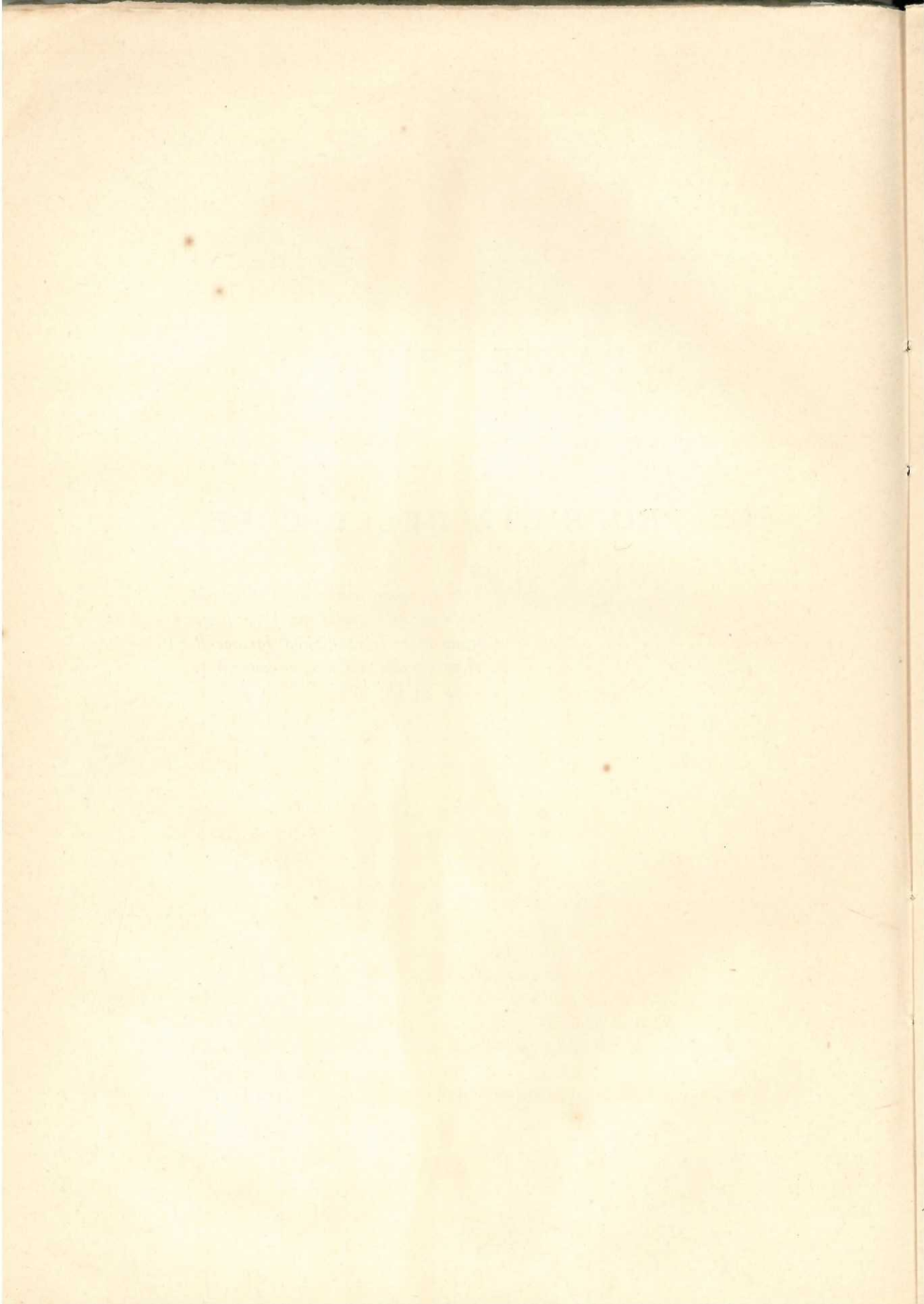


## PARTE PRIMA

---

### LE PROPRIETÀ DELLE COSE

*« Le proprietà sono i titoli di  
preferenza per quelle merci che riuni-  
scono in sè le condizioni favorevoli  
al commercio, all'uso, al consumo ».*



## I.

### INTRODUZIONE

#### 1. - La merceologia nel quadro delle conoscenze tecnico-economiche.

SOMMARIO. - Le idee merceologiche di Herbert Spencer - Origine evoluzione, sviluppo della merceologia - L'energon - L'entità merceologica - I rapporti della merceologia con la tecnica, l'economia e il commercio.

In che cosa si adoperano gli uomini? si chiedeva nel 1861 H. Spencer. Essi sono occupati a produrre, a preparare, a distribuire quanto serve alla vita. E da che dipende la facoltà di far tutto ciò? Dipende dall'uso di metodi adatti alla natura rispettiva delle cose medesime; dipende dalla adeguata conoscenza delle loro *proprietà fisiche, chimiche o vitali*, secondo i casi, cioè dipende dalla scienza.

« E si potrebbe dimostrare di quale vitale interesse sono le conoscenze della matematica, della fisica, della chimica, della biologia, nel costruire, nell'avvicinare le distanze, nel raccogliere i prodotti naturali, nel prepararne di nuovi con i mezzi meccanici, in uno sviluppo sempre crescente di quantità nel tempo.

« Così - continua lo Spencer - per tutta la gente occupata nella produzione, nel cambio, o nella distribuzione delle mercanzie la cognizione di scienza, in qualcuna almeno delle sue parti, è d'importanza massima; ogni individuo interessato da lontano o da vicino a qualche industria (e lo siamo quasi tutti) è obbligato ad avere più o meno che fare colle proprietà matematiche, fisiche e chimiche delle cose, forse potrà avere

anche un interesse diretto nella biologia e lo ha certamente nella sociologia.

« Coloro che giornalmente si occupano delle condizioni del mercato monetario, che osservano i prezzi correnti, che discutono sulla probabilità della raccolta del grano, del cotone, dello zucchero, della lana e della seta, che valutano le probabilità di guerra, e che dopo aver raccolto tutti questi dati, si decidono nelle loro operazioni commerciali, coloro non fanno altro che uno studio di scienza sociale.

« Non solo il manifattore ed il commerciante hanno bisogno di regolare i loro affari col calcolo della produzione basato sopra numerosi fatti e colla implicita cognizione dei diversi principî generali di una attività sociale, ma anche il venditore al minuto è obbligato a fare lo stesso; la prosperità del suo commercio dipende in gran parte dalla correttezza dei suoi principî intorno ai prezzi futuri dei generi all'ingrosso ed alle future esigenze del consumo ». Questi concetti si possono ripetere integralmente al giorno d'oggi.

E si capisce che tanta maggiore sensibilità conviene in questa materia, quanto più movimentato è il commercio, per le condizioni politiche in cui siano frazionati i popoli.

E le odierne condizioni impegnano precisamente con maggiore tensione queste conoscenze.

Ma il compito della merceologia non è tanto quello di indagare le leggi sociali, quanto di produrre, preparare e distribuire le cose per la vita dei popoli, ed entra così indirettamente nella complicata macchina economica di cui deve pure occuparsi per migliorarne i funzionamenti, col migliorare le condizioni di produzione, e creare nuove sorgenti alle merci.

Ai primordi della Storia, e più precisamente nell'epoca greca e romana non esisteva una vera e propria merceologia, in quanto chè il produrre, il preparare ed il distribuire erano in mano di pochissimi individui.

Le prime merci che furono oggetto di studio o meglio di considerazione da parte degli studiosi, come osserva il Morpurgo, furono i farmaci, ed anzi i primi prodotti naturali che fossero oggetto di scambio fra un paese e l'altro nell'epoca storica, furono i prodotti naturali destinati per scopi curativi e quelli per la cura estetica del corpo. La salute e la bellezza,

le più forti e le più naturali aspirazioni degli uomini, diedero il primo impulso agli scambi. I farmaci maneggiati già presso gli antichi dai sacerdoti e in generale da persone più astute e più intelligenti, furono sottoposti ben presto ad osservazioni comparative, e tutte le droghe usate più tardi per il culto, per l'imbalsamazione dei morti e come mezzi necessari alla vita parvero degne di maggior considerazione.

Sin verso la fine del Medio Evo le merci che passavano dall'Oriente oltre l'Egitto, erano pressochè le stesse che erano oggetto di commercio già sotto i Romani. L'India forniva le spezie, gli aromi, l'avorio e varî oggetti di lusso, la Cina mandava la seta, dall'Oceano Indiano venivano le perle e l'ambra grigia, dalla Persia le pietre preziose, dall'Arabia i balsami e le resine odorose, l'Asia minore forniva gran parte di tutto ciò che più tardi doveva passare sotto il nome di coloniali.

I ricchi tessuti usati dai Romani e fino alla fine del Medio Evo dai ricchi di tutte le nazioni d'occidente, erano tutti i prodotti delle varie parti dell'Asia. Ma una vera e propria indagine scientifica sopra il sistema ed il modo di scambiare le merci incomincia solo verso la metà del xv secolo. È infatti il fiorentino G. P. Balducci Pegolotti che nel 1440 pubblica in Firenze un'opera, il cui manoscritto è conservato nella biblioteca Riccardiana che si intitola « trattato dei pesi, delle misure e delle mercanzie, nonchè d'altre cose che devono sapere i mercatanti delle diverse parti del mondo ».

L'opera del Pegolotti descrive tutte le vie del commercio d'allora ed espone tutto ciò che riguarda il commercio dei singoli paesi.

Accanto al Pegolotti altri italiani si occuparono, in quei tempi, della scienza delle merci, ed anzi ce ne sono state conservate le opere. Il fiorentino Giovanni da Uzzano scrisse nel 1440 una « Pratica della mercatura », alcuni anni più tardi Giovanni Pagnini scrisse « Della decima e delle altre gravezze, della moneta e della mercatura dei fiorentini sino al secolo xiv »; nel 1481 Giorgio Chiarini scrisse il « Libro di Mercantantie ed usanze dei paesi »; nel 1553 Bartolomeo di Paxi la « Tariffa dei pesi e misure corrispondenti da levante a ponente » e nel 1573 Benedetto Cotrugli da Ragusa pubblicava in Venezia « Della mercatura e del mercante perfetto ».

Questi ed altri documenti che si trovano negli archivi e nelle biblioteche delle maggiori città d'Italia sono la prova che già nel secolo xv in Italia per opera di commercianti d'ingegno si erano iniziati seri studi circa la teoria del commercio. Questi studi però furono coltivati da singoli, e la massa dei commercianti non ne sentiva il bisogno; il commercio d'allora era troppo individuale, e di una scienza che potesse appor- tare i vantaggi alla totalità, non si aveva peranco una chiara idea.

Si è già detto che i primi prodotti scambiati commer- cialmente sono stati quelli naturali, onde la necessità di ap- poggio principalmente alle scienze naturali per l'indagine della loro natura, delle loro origini, produzione ecc. unita alla di- stribuzione geografica, graduando l'importanza dello scambio commerciale a seconda dell'applicazione, sia per ornamento, che per la nutrizione, l'abbigliamento, l'edilizia, la difesa traendo i prodotti dal regno vegetale, animale, minerale.

I pastori nomadi furono i pionieri del commercio dei prodotti naturali, provenienti dal centro dell'Asia verso l'Oc- cidente dall'epoche più remote fino alla fondazione della ci- viltà greco-romana-araba.

Anzi gli Arabi e gli Egiziani furono i primi intermediari dei traffici.

Nei laboratori degli alchimisti e dei semplicisti si comin- ciarono a produrre nuove sostanze tratte sempre da quelle naturali, e si venne così a poco a poco istituendo un nuovo indirizzo commerciale, l'inizio delle prime industrie dei far- maci, delle droghe, delle essenze, dei colori, dei metalli, ecc. per i quali furono necessari i principî generali della fisica, della chimica e della meccanica.

La scoperta delle terre ultraoceaniche conquistò al mer- cato nuovi prodotti, nuove vie di comunicazione, nuovi centri di mercatura, con la necessità di migliorare i trasporti sia in velocità che in quantità per poter scambiare prodotti di più modesto valore in lontane regioni.

Si inizia così con le macchine l'accelerazione di velocità di produzione e di trasporto con un ritmo che tende a limiti sempre maggiori, per i quali anche tutto il regime sociale ne viene impegnato.

Intanto lo sviluppo sempre crescente delle scienze naturali, fisiche, chimiche, meccaniche ha creato una cultura che varca le barriere della scienza pura, che dai laboratori passa nel campo della pratica applicazione onde si ebbero quei processi tecnologici di preparazione di merci per cui furono creati i centri industriali, i centri economici rappresentati dalle Società, dalle Banche, dalle Camere di Commercio, dalle Borse, i centri di trasporto rappresentati dai porti, di cui le ferrovie divennero i necessari strumenti di circolazione.

Fin dalla metà dello scorso secolo la merceologia prendeva nuovi indirizzi per merito principale dell'Arnaudon, professore a Torino, il quale definiva la merceologia come quella dottrina che « tende a far conoscere le materie prime delle « industrie, la loro origine, la storia, la descrizione, le varietà « che si incontrano in commercio, le alterazioni e le frodi di « cui sono suscettibili le quantità prodotte, esportate ed im- « portate che insieme rappresentano il movimento commerciale « e le forze produttrici delle nazioni ».

Già fin d'allora si delinearono i molteplici compiti della merceologia e la sua estesa azione; compiti che non si possono apprezzare se non portando l'osservazione su tutti i campi dell'umana attività.

L'evolversi di questa è fissata dall'evolversi della civiltà. Per esempio osserva il Morpurgo: « La confezione della carta è certo un'industria antica. Già gli Egizi lavoravano il papiro, il quale ha resistito per millenni e ci ha trasmesso i preziosi documenti di una civiltà da lungo scomparsa ».

In Cina, da tempi immemorabili, si prepara la carta dal legno del « morus » ed appena nei primi secoli dell'Era volgare si estende lentamente l'industria della carta verso l'occidente, dove la necessità impone di sostituire altre fibre a quelle del morus. Così vediamo verso il mille entrare nell'industria della carta le fibre del lino e del canape.

Oggi giorno la merceologia studia il modo di utilizzare nella fabbricazione della carta nuove fibre, le quali, sia dal punto di vista dell'economia, sia della tecnica possono surrogare con vantaggio il lino, la canapa ed il cotone. Data la continua e crescente ricerca di carta, impiegata oggi per i più svariati scopi, la merceologia assicura le materie prime, insegna

a prepararle, a conservarle ed a confezionarle per formare la carta nel modo più economico.

Stando all'esempio ora riferito della carta e ripetendolo anche per tutte le altre materie prime, possiamo concludere che le nuove conquiste della merceologia si connettano oggi allo studio del modo di utilizzare meglio le materie prime già in uso, nel cercare per esse nuove applicazioni ed usi per sopperire alle crescenti esigenze del progresso.

Il periodo in cui ora viviamo è quello delle sintesi chimiche ricorrendo agli elementi che sono patrimonio di tutti i popoli, l'aria e l'acqua purchè si abbia a disposizione delle vistose sorgenti di energia.

Era naturale che anche la vita economica la quale accompagna la vita commerciale, da insignificante come era ai tempi antichi, come fattore scientifico, sia andata sempre più acquistando valore collegativo fra le singole potenzialità della vita umana e oggi la vediamo precedere ogni attività, da coinvolgere e compromettere ogni ordinamento sociale.

In questa evoluzione, il fattore merce importantissimo come qualità e massa nei tempi passati è andato acquistando una nuova struttura, col prevalere del concetto energetico, su cui si fonda la valorizzazione economica dei moderni processi tecnologici quanto più razionale è l'utilizzazione di ogni forma di energia.

L'odierna condizione dei popoli va sempre più dimostrando che l'edificio economico si basa non solo sullo scambio internazionale delle merci, ma anche sullo scambio internazionale della energia.

L'America e la Russia sono sorgenti energetiche col loro petrolio, la Germania e l'Inghilterra col loro carbone, la Scandinavia e l'Italia con le loro cascate di acque. Verrà un giorno in cui si sentirà il bisogno di uno scambio di queste così diverse produzioni di energia che daranno luogo a nuove forme di organizzazione economica, poichè l'esuberanza energetica di una nazione colmerà le deficienze di un'altra e si avrà uno scambio internazionale di energia come si ha quello delle materie prime, e tanto più facile sarà lo scambio quanto più perfezionato sarà il mezzo per il trasporto a distanza.

Sotto questo punto di vista l'energia-merce diventa un



fattore economico altrettanto importante della massa-merce. Anzichè trasportare le materie prime, si trasporterà con maggior vantaggio di tempo l'energia. E la potenzialità energetica di una nazione segnerà il suo indice economico se l'energia prodotta potrà essere anche esportata.

\* \* \*

La merceologia considerata fin'ora come descrizione delle singole merci per le proprietà chimiche, fisiche, biologiche, organolettiche che presentano, deve anche considerare il quantum di energia necessaria per l'esistenza della merce così come entra nel mondo commerciale.

Ogni tipo di merce rappresenta in definitiva una somma di energie che è sempre superiore alla energia teorica che il prodotto rappresenta.

Noi chiamiamo con  $\varepsilon$  l'unità teorica della massa energetica di un determinato prodotto merceologico e  $\Sigma_e$  la somma di energie spese per averlo. Così è sempre:  $\Sigma_e > \varepsilon$

$\Sigma_e$  rappresenta quello che noi diciamo « energon merce ». L'energon non è dunque una costante, mentre è una costante l'energia teorica, per l'unità di massa di una determinata merce.

La differenza di:  $\Sigma_e - \varepsilon = \eta$   
tende verso un minimo il quale dipende da tutte le condizioni di utilizzazione delle energie disponibili.

L'optimum di un processo industriale sarebbe quello di portare  $\eta = 0$ ; poichè sul costo di una merce alle volte incide più quello dovuto a  $\eta$  che quello dovuto agli energon.

L'analisi economica del costo, è di carattere molto complicato e generale. Essa comprende la spesa per il fattore umano (salari, indennizzi, premi, stipendi, organizzazione commerciale, pubblicità, viaggiatori di commercio, magazzinaggio), dipende dalle condizioni politiche, economiche, sociali per cui si creano le tasse fiscali, le tariffe doganali, la libera vendita, i calmieri, i trust, i dumpings, i cartelli, le barriere doganali, i monopoli ecc. Tutti fattori che potremo sintetizzarli in formule studiate dalla psicanalisi individuale e sociale.

La merce quindi non ha soltanto una sua fisionomia di massa e di energia, ma è pernio o ingranaggio di convenzioni economiche nella creazione dei mercati.

Il mercato riassume in sè tutte queste condizioni e si potrebbe considerare come il motore centrale della grandiosa macchina economica.

L'attività individuale e collettiva è il combustibile che mette in movimento ed alimenta il motore economico. Le merci sono i congegni del meccanismo.

Perchè un meccanismo funzioni regolarmente è necessario che combustibile, motore, e congegni siano in giusto equilibrio l'uno non potendo far senza l'altro. Così è della macchina economica. Le merci, l'organizzazione commerciale e le attività economiche devono trovarsi in equilibrio per non scendere a scompensi qualche volta irrimediabili che possono portare alle più gravi conseguenze anche nella compagine sociale.

Intesa in questo senso la merceologia non ha limitazioni di studio ed è necessario che esso sia ripartito fra cultori diversi che trattino separatamente ma parallelamente le merci come entità a sè, le merci come oggetto di scambio, le merci come cause di tutti i congegni economici dalle istituzioni bancarie, alla tecnica del mercato.

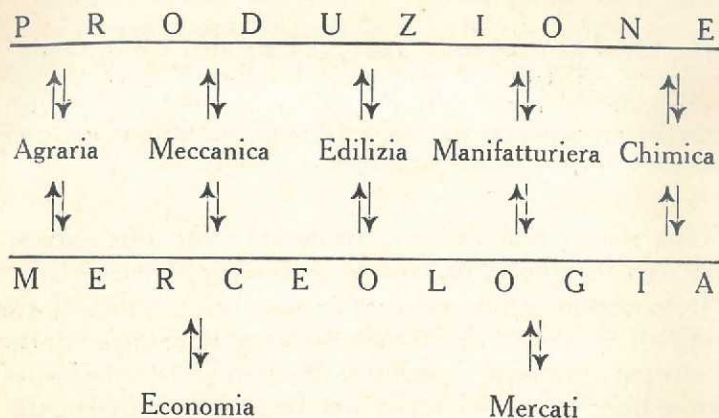
Noi dovremo soltanto considerare la merce dalla sua nascita all'entrata nel meccanismo economico.

La merceologia prende dalle scienze sperimentali i principî teorici e le loro applicazioni con le quali accompagna la merce dalla sua origine attraverso le molteplici trasformazioni fino al posto assegnatogli dalla classificazione, e il prodotto così acquisito entra, da questo punto, nell'orbita delle manifestazioni della economia generale.

Di guisa che la merceologia si può considerare come una scienza in marcia, non tanto per il conseguimento di una verità, quanto per l'immanente affermazione della realtà che procede con lo sviluppo di meccanismi sociali nel costante divenire della trasformazione della materia e della energia.

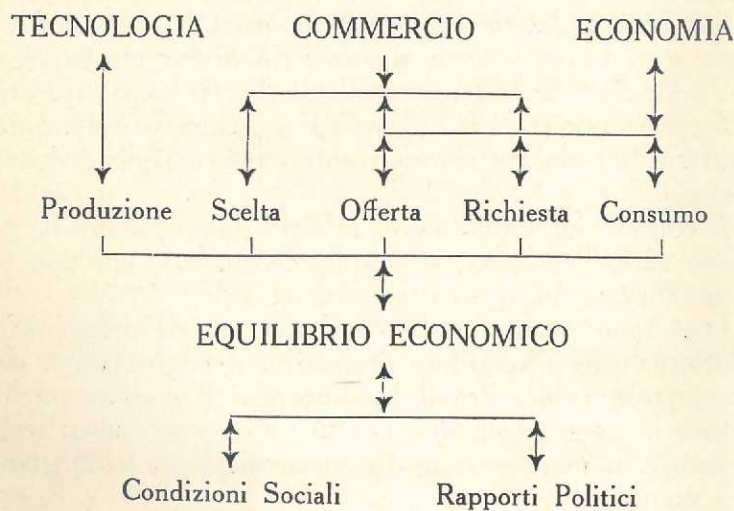
La merceologia si può considerare come il limite verso cui tendono la produzione agraria, meccanica, edilizia, mani-

fatturiera e chimica da un lato, l'economia e i mercati dall'altro lato:



L'economia e i mercati chiedono alla merceologia i mezzi materiali ed energetici della produzione, e la merceologia interpretandone le esigenze aiuta ed indirizza i vari rami della produzione nell'armonia dell'equilibrio economico.

L'equilibrio economico è il risultato delle relazioni tecniche, commerciali, economiche, nella produzione, scelta offerta, consumo in rapporto alle condizioni sociali e politiche:



## 2. - Concetto, natura, nome, classificazione delle merci.

SOMMARIO. - La merce come oggetto di scambio e come entità tecnologica - Il fattore economico - Le diverse classificazioni - Il significato del nome agli effetti della classificazione e della natura di un prodotto merceologico - Classificazione nel concetto tecnologico, doganale, economico.

Una merce può essere considerata sotto due aspetti distinti: *come oggetto di scambio e come entità tecnologica.*

Il fenomeno economico dello scambio, implica il trasferimento di proprietà della cosa dal venditore al compratore, e dal prezzo si origina il profitto. Ma perchè lo scambio possa avvenire bisogna che si realizzino tutte le condizioni da cui lo scambio dipende, condizioni che riguardano, alcune la merce in se stessa, come la qualità e la natura; alcune altre la tecnologia, i mercati, i trasporti, il costo, il profitto, ecc.

La merceologia riassume in sè le notizie e lo studio di queste condizioni di scambio in relazione all'entità merceologica.

Considerare la merce come entità tecnologica, è considerarla quale oggetto di trasformazione, in quanto tale trasformazione crea la merce nelle condizioni di scambio. È infatti questo processo trasformativo, ossia l'applicazione di energia e di lavoro umano alla materia prima che la rende atta a soddisfare le esigenze degli uomini. Il concetto tecnologico comprende tutte le industrie che creano i diversi ordini di materie, classificate secondo entità merceologiche diverse per qualità.

Il concetto di scambio crea le condizioni economiche che tendono verso l'equilibrio di scambio, equilibrio che può venire sintetizzato nel prezzo della merce.

Due sono i termini del trasferimento di proprietà: il produttore, cioè il venditore originario, il consumatore, cioè il compratore finale. Fra il produttore e il consumatore si stabilisce la catena degli intermediari (i commercianti), scopo dei quali è di mettere la merce in circolazione, e da questa trarne un profitto.

I commercianti possono essere fissi (negozianti), mobili (venditori ambulanti).

L'entità tecnologica riguarda specialmente il produttore, il cui problema immanente è di ridurre al minimo possibile il costo della merce. Ora, tenendo presente che ogni trasformazione di sostanza in un'altra implica un necessario consumo di energia, il costo minimo è raggiunto, quando le spese di trasformazione, *coeteris paribus*, tendono verso il valore minimo di  $\gamma$ .

Nel processo tecnologico la catena che si stabilisce fra produttore e consumatore può essere riassunta nella tabella a pag. seguente (1):

Storicamente il concetto di merce è scaturito anzitutto dal concetto di scambio di sostanze così come si trovavano allo stato naturale; poi, in seguito al progresso della tecnica di lavorazione, al concetto economico di scambio, si è aggiunto quello economico nel senso tecnologico.

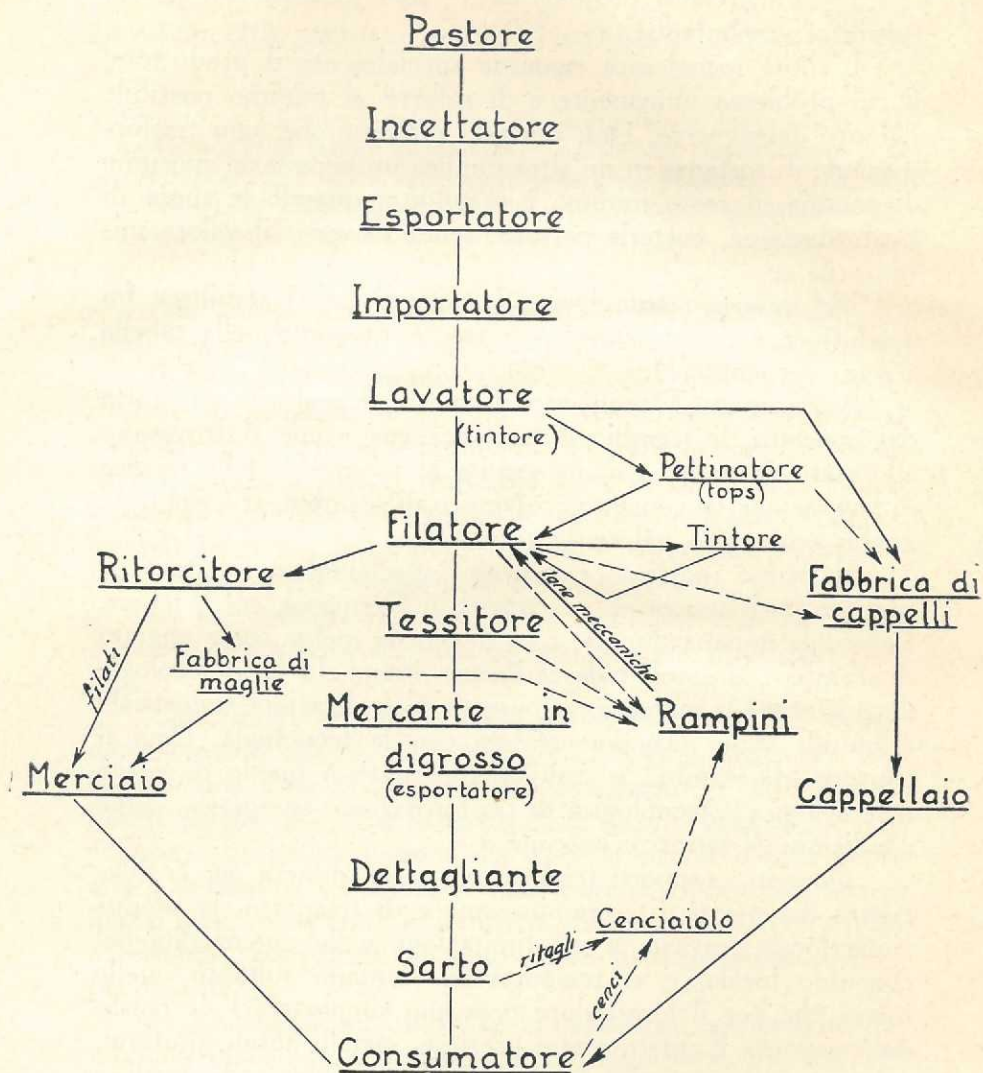
Il primo indirizzo è prevalso specialmente in Italia, il secondo ha i suoi primi precursori in Germania, col Wiesner. La scuola italiana dunque considerava la merce come oggetto di scambio; la scuola tedesca invece ritiene che la merceologia deve studiare la merce come oggetto di applicazione industriale e quindi abbia maggiori affinità con la tecnologia. Oggi il concetto di scambio è strettamente unito a quello di entità merceologica e tecnologica di trasformazione energetica, come condizioni di fattori economici.

Quando i rapporti tra i popoli erano difficili per la deficienza dei mezzi di comunicazione e di trasporto, la produzione locale trovava la sua limitazione nella potenzialità del consumo locale, e si trasportavano lontano soltanto quelle merci che per il loro valore potevano sopportare l'alto costo del trasporto. È infatti pietre preziose, metalli nobili, profumi, colori, oggetti artistici, sono le merci tipiche sulle quali è basato tutto il commercio dell'antichità.

Quando cominciarono a svilupparsi le vie di comunica-

---

(1) Prof. F. TRUFFI, *Merceologia Generale*. La Litotipo, Padova 1925.



N.B. Le linee punteggiate indicano i cascami.

zione e a perfezionarsi i mezzi di trasporto, la merce continuò ad acquistare condizioni più favorevoli nel tempo e nello spazio: cosicchè anche merci meno ricche poterono sopportare le spese di trasporto a distanza. E cambiarono anche i sistemi di produzione, di cui l'esuberanza veniva trasportata in lontani paesi dove la richiesta s'imponeva, e si affinarono i mezzi di produzione con quegli accorgimenti che originarono l'enorme sviluppo della moderna tecnologia.

È allora che, avvenuti sì profondi cambiamenti nell'ambiente economico in cui il commercio si svolgeva, si comincia a sentire il bisogno di sostituire lo studio razionale delle merci, al posto delle cognizioni empiriche quali fino a quel momento si erano avute. È allora che sorge il vero problema merceologico; problema merceologico che diventò problema tecnologico, stradale, di trasporti, di riserva, o meglio di concentrazione per equilibrare opportunamente la produzione con il consumo.

È compito dell'economia politica studiare quali siano i fattori che conducono all'equilibrio tra produzione e consumo, e da quali leggi detto equilibrio è regolato, ma è pure compito della merceologia di vedere fin dove questo equilibrio dipende dall'entità merceologica.

*E fissiamo fin d'ora di considerare come entità merceologica tutto ciò che può dare impulso ad una forma tecnologica, o alla creazione di correnti di mercatura, o a qualsiasi forma di scambio come fattore economico.*

Qualunque sia il significato che si voglia dare al concetto di merce, è certo che ogni prodotto merceologico è una entità a sè, con proprietà particolari, le quali pur avendo analogia con altre merci, tuttavia nell'insieme costituiscono una entità esclusiva della merce di cui si tratta.

Potremo fare perciò un elenco alfabetico di tutti i prodotti merceologici con le indicazioni che riguardano il nome, quello corrente e scientifico, la costituzione chimica, le proprietà fisiche e chimiche, la provenienza, gli usi, le eventuali frodi, le analogie con altre merci, i possibili surrogati ecc. con l'aggiunta di qualche notizia economica riguardo alla produzione, al consumo, alla esportazione, alle tariffe di trasporto o doganali.

Un simile elenco alfabetico costituisce il vocabolario merceologico di cui in Italia ne possediamo uno di grande valore compilato dal Prof. Vittorio Villavecchia, direttore del Laboratorio Chimico delle gabelle in Roma.

Un vocabolario merceologico non è una classificazione, ma un inventario del patrimonio merceologico.

Una classificazione ha lo scopo di riunire in categorie le merci che abbiano fra loro un determinato grado di affinità.

E per affinità qui vogliamo intendere qualche cosa di comune al principio secondo il quale si voglia classificare le merci.

Nelle condizioni attuali del mercato mondiale due grandi categorie si sono formate: merci all'ingrosso, merci al minuto.

Le merci all'ingrosso rappresenterebbero la maggior parte delle materie prime, che attraverso alle trasformazioni danno origine ai prodotti finiti. Ma anche i prodotti finiti possono distinguersi in merci all'ingrosso e al minuto. Poichè questa distinzione riposa sulle condizioni del mercato nei riguardi dei commercianti, all'ingrosso, al minuto e al dettaglio.

Riguardo all'origine delle merci potremo distinguerle in naturali, estrattive e sintetiche.

Se volessimo fissare una classificazione con criteri di chimica applicata potremo suddividere le merci in materie prime, prodotti ausiliari, prodotti grezzi, prodotti finali; e con criteri più generali fissare la divisione in merci organiche e inorganiche.

Se fondassimo la classificazione su basi fisiche potremo distinguere le merci in gassose, liquide, solide.

Si può dire che ogni sistema di trattazione delle merci abbia il suo punto di vista per classificare le merci.

Nelle « Prospettive economiche » del Mortara noi vediamo elencate e considerate soltanto le merci che hanno una decisa importanza sui mercati mondiali: es. grano, vino, olio d'oliva; seta naturale e seta artificiale, cotone, canapa, lana, carbone, petrolio, ferro, rame, energia elettrica.

L'indice economico di una nazione è dato dal movimento commerciale dei surriferiti prodotti.

Le Ferrovie dello Stato hanno un elenco intitolato: « Nomenclatura per il trasporto delle cose » a cui è allegato un



prontuario che stabilisce immediatamente il prezzo per tonnellate e chilometro dietro l'indicazione di un numero secondo il quale una merce è contrassegnata. Numero che dipende dal formato e dal valore intrinseco della merce stessa.

Un elenco analogo è tenuto presso le dogane dove ad ogni voce merceologica corrisponde una tariffa doganale creata sulla costituzione chimica del prodotto in relazione agli usi o alle possibili applicazioni.

Altra classificazione potrebbe aver fondamento se si tiene conto dei processi tecnologici che hanno creato il prodotto, così si potrà avere l'industria della concia, l'industria saccarifera, l'industria siderurgica, ecc.

Una classificazione che abbia rigosità scientifica non è possibile farla. Dal punto di vista didattico e scolastico potrebbe essere utile distinguere le merci secondo gli usi nella vita quotidiana, sui quali si potrebbe fare la seguente distinzione: *prodotti energetici, chimici, alimentari, agrari, d'abbigliamento, d'ornamento, da costruzione.*

Riassumendo l'indirizzo moderno della merceologia ha per fondamento il concetto economico, il quale, nello stile antico, era determinato dal profitto che deriva dalla compra vendita, essendo « merce » definita come tutto ciò che è oggetto di compra-vendita allo scopo di ottenerne un profitto.

Il profitto in realtà compendia tutte le condizioni di vendita della merce, in cui sono compresi tutti i singoli profitti creatisi nel passaggio di proprietà dal venditore al compratore fino al consumatore.

Ma se il profitto compendia i fattori del prezzo non ne è però l'indice. In quanto che il coefficiente profitto può rimanere costante anche col diminuire del costo; il quale in realtà è il termine economico di tutti quegli accorgimenti tecnologici o condizioni peculiari di ubicazione e di circolazione della materia prima; per cui merci di natura identica possono essere gettate sul mercato a prezzi di costo differenti nel qual caso o il coefficiente profitto resta costante e allora si crea la concorrenza economica per la diminuzione del prezzo di vendita: oppure il prezzo di vendita resta costante e allora aumenta il coefficiente profitto.

La convenienza dell'una o dell'altra condizione dipende

da fattori generali, politici, economici, sociali per i grandi mercati; da fattori di onestà specialmente per le mercature individuali.

L'indice economico di una merce è dunque il suo « costo » tecnico e energetico, che rappresenta la condizione statica della merce; il profitto rappresenta la condizione dinamica. Il costo, con gli energon, orienta la tecnica di preparazione, il profitto orienta la produzione, quantunque la produzione oltre un determinato limite, neutralizza il profitto.

Così potremo parlare di una merceologia statica e di una merceologia dinamica.

Merceologia statica è quella che compendia in sè tutti i metodi tecnologici di produzione, e quelli analitici di riconoscimento e di differenziazione (classificazione).

Nel concetto dinamico si considera la merce come condizione economica di circolazione, le quali condizioni economiche di circolazione dipendono dal costo di produzione e dalla richiesta sul mercato.

Definiremo perciò col termine di « merceologia » *tutto ciò che considera i fattori economici creati e determinati dall'origine e natura della merce in relazione alle condizioni tecniche di trasformazione e alle proprietà richieste dal mercato per la circolazione del prodotto che è oggetto di scambio.*

Un *prodotto d'invenzione* non diventa prodotto merceologico finchè non assuma quei caratteri, per cui si determini la *richiesta* sul mercato e quindi corrisponda ad una condizione di *necessità*.

Comunque sia la merceologia come dottrina che trae il suo alimento dalla immediata esperienza della vita economica è applicazione di tutte le scienze sperimentali positive, chè le riassume in sè e in sè trova gli elementi di sviluppo dell'organismo sociale economico, onde la necessità di mezzi sperimentali, complessi, come forse non sono richiesti da nessun altro insegnamento.

\* \* \*

L'importanza del nome delle merci è assai maggiore di ciò che a prima vista sembrerebbe, perchè il nome non sempre si identifica con la merce stessa, in quanto una merce può avere

diversi nomi, dipendenti, ad esempio, dalle varie regioni, e alle volte un nome generico e un nome specifico. Così, riferendoci ad un esempio concreto, dicendo « uva » si intende un prodotto agricolo, ma non se ne specifica la qualità; occorrerà, allora, in quest'ultimo caso dire se è « salamanna », « aleatico », « san giovese », « san colombano » ecc. ecc. Quindi il nome può dipendere dalla località in cui questa uva viene coltivata, oppure da proprietà specifiche come il colore per l'uva colorina, il sapore come l'uva « moscato ».

Ma per non poche merci possono avvenire per il nome alcune confusioni. Fra le numerose varietà di « cannella », cita il Truffi, le più stimate sono quelle di *Ceylan* (cannella vera, cannella della regina) che cresce quivi, al Malabar e in Cina; la *Cinese* (cassia vera) proveniente dalla Cina e dai possedimenti olandesi dell'India; quella del *Malabar* (cassia lignea) proveniente dal Malabar e dall'India. Ma la provenienza di esse dagli stessi luoghi genera confusione la quale è accresciuta, per le due ultime, dal fatto che gli olandesi chiamano cassia vera la cinese e cassia lignea l'altra, mentre gli inglesi invertono l'indicazione. L'equivoco può esser rimosso soltanto col nome scientifico, essendo la cannella di Ceylan prodotta dal *Cinnamomum Ceylanicum*, la cassia vera dal *Cinnamomum cassia* o *Laurus cassiae* e la cassia lignea dal *Cinnamomum Malabatrum*.

Per i prodotti medicinali, è sorta tutta una serie che vanno con il nome di prodotti *pari*. Intendendosi con questa aggiunta i prodotti medicinali sintetici, riferibili ai principi attivi naturali, dai quali non si differenziano che per l'aggiunta del nome « pari ».

Così l'estratto di *Gaultheria*, ha come prodotto pari il salicilato di metile sintetico.

Questa designazione dei prodotti pari si usa specialmente per quelli protetti da un brevetto e perciò impossibile chiamarli con lo stesso nome, in questo caso l'aggiunta della designazione di pari, indica che la nuova produzione è pari a quella che si trova già in commercio.

Ma alcune volte la designazione di prodotti pari, può determinare un'azione giudiziale a difesa del prodotto originale contro il nuovo prodotto pari.

Per esempio, alcuni anni or sono un'industria italiana, aveva trovato il modo di fabbricare l'ittiolo pari a quello già posto in commercio dalla Ditta tedesca Hermann e Cordes. L'ittiolo, che vuol dire olio di pesce, lo si prepara dagli oli degli schisti bituminosi e chimicamente considerato è solfitolato ammonico.

Questo olio fu, alcuni anni fa, trovato in Italia anche distillando gli schisti bituminosi della miniera di S. Romedio in Val di Non nel Trentino.

Dopo pazienti ricerche si riuscì ad ottenere a minor costo un prodotto pari, se non migliore, al famoso ittiolo tedesco.

Quindi questo nuovo prodotto genuinamente italiano, col nome di ittiolo pari, di S. Romedio, conquistò in breve tempo anche i mercati esteri. A questo punto la Ditta Herman e Cordes, vedendo che il suo prodotto perdeva terreno, intentò causa, per far cambiar nome al prodotto alla Società Italiana, Miniera di S. Romedio.

Il Tribunale di Milano optò per la tesi di quest'ultima, non vedendo in ciò gli estremi della falsificazione e della concorrenza sleale, ma la Suprema Corte di Cassazione, ritenendo giusta la tesi della Ditta tedesca, condannò la Ditta italiana a cambiar nome al prodotto.

Si è dovuto cambiar nome, e si è adottato quello di Bituminol, di S. Romedio. Tutto ciò ha provocato un arresto nella espansione commerciale di questo prodotto, che per le sue proprietà si era imposto sul mercato.

Comunemente in commercio col nome di antimonio, si intende quella sostanza che chimicamente è solfuro di antimonio; ciò può dar causa a degli equivoci, anche di una certa gravità, specialmente nel campo giuridico, in quanto per legge è disposto che per i fuochi di artificio sono proibite « le miscele di clorato, solfo e antimonio ». E l'antimonio (che è un metalloide) non è certo il solfuro di antimonio, che occorre proprio per fabbricare le miscele esplosive col clorato potassico e zolfo.

Ecco quindi la necessità di impiegare alle volte il nome scientifico, per individuare l'entità merceologica.

Recentemente è stato posto in commercio un prodotto che può surrogare il caffè, come bevanda, è il così detto « mo-

camalto ». È stato chiamato così in quanto la legge proibisce assolutamente di usare il nome di caffè, se non per il vero caffè.

Allora l'industriale accorto e intelligente non chiama caffè, bensì « moca », il chè da un punto di vista psicologico desta più l'attenzione e la fantasia del consumatore. Insomma altro è il nome letterale ed altro è lo spirito della lettera. Il che si evita col termine scientifico.

Così i merluzzi — come informa il Truffi — nei paesi del Nord se ne consumano numerose varietà naturali e conservate, e si distinguono, lo « Stockfish » che per essere seccato all'aria e al fuoco è il più duro, lo « Schellfish » che è quello seccato al sole, e perciò più bianco e meno rigido; il « Klippfish » che è il salato secco e il « Laberdan » o « Laverdan ». Noi le confondiamo tutte sotto i nomi di Stoccafisso, di baccalà e di merluzzo.

Infatti in Toscana è chiamato stoccafisso, alla tedesca, il secco rigido; baccalà l'altro salato secco, pieghevole e piatto. Ma quello che in Toscana si chiama stoccafisso a Venezia lo dicono baccalà, essendovi poco o punto usato il salato secco piatto che viene da qualcuno distinto come bertagnino (corruzione di bretagnino). Il Vierthaler, triestino, non adopera la parola stoccafisso e chiama baccalà tanto il secco che l'altro.

In Lombardia invece è conosciuta quasi soltanto la forma piatta che si chiama merluzzo. Per contro a Genova è stoccafisso il secco duro come in Toscana e baccalà o merluzzo indifferentemente l'altro, che nelle fatture per la Lombardia resta soltanto merluzzo.

Le tariffe doganali nostre registrano anchè la voce « labardone » (laberdan) del quale però poco ne entra in Italia.

A conti fatti la confusione recata da queste denominazioni non è nè poca, nè scevra di guai.

\* \* \*

Con la sola natura chimica, una merce non è interamente specificata, poichè prodotti di natura chimica identica possono essere di qualità diversa, dipendendo questa dai caratteri or-

ganolettici, fisici, chimici, dalla varietà commerciale, dal luogo di provenienza. Per esempio, la cannella del Ceylan, dell'India, della Sonda, pur contenendo lo stesso principio attivo, sono diversissime sia per il contenuto quantitativo del principio attivo, sia per l'aspetto, la resistenza ecc.

Moltissime sono le qualità dell'olio di oliva, pur essendo tutte costituite dal medesimo gliceride, le diverse qualità dipendono dal luogo di coltura, dalla lavorazione delle olive, dalla conservazione, ecc.

Così dicasi del vino, del caffè, del caucciù ecc.

Per il produttore la natura chimica della merce crea l'indirizzo tecnologico.

La natura di una sabbia, per esempio, influisce sulla fabbricazione del vetro, la natura di un feldspato, di un quarzo influiscono sulla fabbricazione della porcellana. Così dicasi delle fibre vegetali, dalla cui natura dipendono le industrie tessili.

Per il consumatore la natura della merce unita alla qualità diventa la condizione necessaria di acquisto. Un grossista di caffè compera quella qualità che più è preferita e trova maggior smercio in una determinata piazza.

Il grado di raffinazione di uno zucchero è condizione di acquisto per un'industria che richiede quella determinata qualità.

Per natura e qualità di una merce s'intende tutto quell'insieme di proprietà che designano quella data entità merceologica: però di tutte le proprietà si considerano soltanto quelle che ne stabiliscono le condizioni di vendita e le condizioni di acquisto. Le quali condizioni di vendita e di acquisto non sempre coincidono, in quanto che vi sono merci di cui si deve tener sostenuta la vendita, altre di cui è necessaria la vendita immediata alle volte lo svendere non è tanto determinato dalle proprietà della merce, quanto da speciali condizioni occasionali, come avviene per un'asta pubblica. L'eccessiva facilità di vendita o l'affannosa ricerca di acquisto portano a un mutamento dell'equilibrio economico per le vendite a sottoprezzo o a sopraprezzo, pur rimanendo invariate le proprietà intrinseche della merce.

Un altro importante fattore che influisce sull'equilibrio

economico sono le condizioni civili e politiche di una nazione. In stato di guerra diventando improrogabile il fattore di necessità, quello economico non segue più nessuna legge e il profitto può diventare illimitato nella pretesa degli ingordi speculatori.

La merceologia però non considera queste condizioni anormali e svolge la sua opera livellatrice soltanto in tempi normali di vita sociale.

## II.

### LE PROPRIETÀ FISICHE

---

#### 1. - Pressione e tensione.

SOMMARIO. - Fase intesa come stato fisico delle sostanze - Tensione di vapore dei solidi e liquidi - Pressione gassosa - Velocità di efflusso e densità gassosa - Gas compressi e liquefatti - Tensione di vapore e distillazione dei liquidi - Tensione dei solidi e sublimazione - Le applicazioni.

Le sostanze dobbiamo pensarle o considerarle non soltanto nell'aspetto in cui noi le vediamo, ma dobbiamo tener conto che attorno ad esse, esiste una atmosfera della medesima sostanza in una fase differente.

Intendiamo per *fase* lo stato fisico in cui si può trovare una sostanza (liquido, vapore, gassoso, solido, colloidale). Ora le diverse fasi possono coesistere contemporaneamente per una medesima sostanza.

Immaginiamoci, per esempio, una goccia d'acqua. Attorno all'acqua liquida c'è un'atmosfera di vapore il cui limite arriva ad una determinata distanza dal centro della goccia.

Così se noi pensiamo ad una particella infinitamente piccola di canfora e la scaldiamo, verrà un momento in cui essa è liquida e potremo avere la fase solida e liquida insieme al vapore la cui tensione o capacità di allontanarsi dal centro di produzione aumenta notevolmente con la temperatura.

Ogni sostanza insomma è fisicamente costituita in modo che le molecole tendono a separarsi ed allontanarsi verso un limite che dipende dalle condizioni di pressione e temperatura ed è caratteristico per ogni singola sostanza; un indice del



valore di questo limite, è dato dalla tensione di vapore, misurata in cm. di mercurio.

Ciò che si è detto per i liquidi lo possiamo ripetere anche per i solidi e per i gas.

Per i solidi il fenomeno della tensione di vapore è meno evidente. Ma se noi mettessimo un pezzettino di zolfo su di una moneta d'argento, si forma un'aureola bruna di solfuro di argento dovuta alla tensione dello zolfo, che va a combinarsi con l'argento.

Mettendo, ad esempio, un corpuscolo di canfora sull'acqua si osserva col microscopio che il corpuscolo si agita in tutte le direzioni, questo movimento è dovuto alla tensione superficiale fra il vapore d'acqua e il vapore di canfora non miscibile con l'acqua (movimenti brauniani).

Per i gas, la cosa è diversa. Infatti se noi prendessimo, ad es. idrogeno elio ed ossigeno ed immaginassimo, supposto di averne la possibilità, di imprigionarli in recipienti adatti, e poi li lasciassimo liberamente espandersi, si potrebbe dimostrare che l'idrogeno arriva fino a 300 km. di distanza, l'elio fino a 200 km. e l'ossigeno ad 80 km.

Quindi l'energia cinetica con cui le molecole tendono ad espandersi è massima per i gas, e quasi nulla per i corpi solidi.

Lo stato gassoso è il limite verso cui tendono tutte le sostanze per determinati valori di temperatura e di pressione.

La misura dell'energia cinetica è data dalla velocità di efflusso del gas attraverso ad un foro capillare.

Questa velocità di efflusso è in funzione inversa della radice quadrata della densità.

Chiamando  $t$  e  $t_1$  i tempi di efflusso di un determinato volume di gas di densità rispettivamente  $d$  e  $d_1$  è:

$$t : t_1 = \sqrt{d_1} : \sqrt{d}$$

La temperatura che segna il limite di trasformazione di un liquido a gas e viceversa è la temperatura critica.

Prendiamo, per esempio, l'anidride carbonica liquida dentro un tubo resistente ermeticamente chiuso, e scaldiamolo. Per effetto del riscaldamento si ha che il liquido diminuisce

perchè si trasforma in gas. Restando costante il volume totale avviene che il gas aumenta il suo peso specifico fino a diventare eguale a quello del liquido. Il punto in cui il peso specifico del gas è uguale a quello del liquido, è detto « punto critico », o « temperatura critica », poichè è sufficiente aumentare di pochissimo la temperatura perchè il liquido si trasformi necessariamente tutto in gas.

Quindi la temperatura critica è quella temperatura alla quale una sostanza acquista lo stato gassoso qualunque sia il valore della pressione.

La temperatura critica è tanto più bassa quanto maggiore è l'energia cinetica allo stato gassoso, a parità di temperatura.

La temperatura critica per l'anidride carbonica è  $31^{\circ},9'$ , per l'acqua è di  $277^{\circ}$ , in modo che se si supera tale temperatura, nelle caldaie, a vapore, per l'enorme aumento di pressione, per l'immediata trasformazione dell'acqua in vapore esse possono scoppiare. La temperatura critica dell'ossigeno è a  $-118^{\circ}$ , dell'idrogeno è di  $-240^{\circ}$ , cosicchè avendo potuto raggiungere queste temperature così basse tutti i gas sono stati liquefatti.

Riassumendo possiamo dire che ogni sostanza va immaginata sempre come un insieme di più fasi, fra le quali si stabilisce un certo equilibrio di tensione che è diversa a parità di temperatura per le singole sostanze e può raggiungere valori notevoli quando si tratti di sostanze gassose (valore massimo per l'idrogeno).

Un indice dell'energia cinetica dei gas è pure data dalla quantità di calore che si sviluppa durante la compressione.

Questa quantità di calore è pure la misura della energia che dobbiamo spendere per passare da una pressione  $p$  ad una superiore  $p_1$ .

Il calore ceduto durante la compressione se non viene utilizzato è tutto a carico del costo del gas compresso. Da ciò si comprende che i gas a forte energia cinetica, per la compressione, costano assai più di quelli a minor energia cinetica. L'idrogeno compresso, a parità di peso, costa assai più dell'anidride carbonica, e anche dell'aria, facendo astrazione della natura chimica.

Se noi consideriamo ora la formula generale dei gas:

$$P V = P_0 V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right)$$

se  $t = -273^\circ$  l'equazione diventa:

$$P V = P_0 V_0 \left(1 - \frac{273}{273}\right) = 0$$

Ciò vuol dire che non possiamo più sottrarre calore a questo sistema, in quanto del calore non ne esiste più.

Ciò alla temperatura di  $-273^\circ$  il prodotto della pressione per il volume diventa nullo; vale a dire che a questa temperatura si annulla l'equazione dei gas. Questa temperatura che si è presa come zero di una scala termometrica, si chiama *zero assoluto*; le temperature contate a partire da questo zero si dicono temperature assolute. Le temperature assolute differiscono perciò da quelle centigrade di  $273^\circ$ , il quale intervallo rappresenta la differenza fra gli zeri delle due scale.

Indicando con  $T$  la temperatura assoluta e con  $t$  quella centigrada si ha:

$$\begin{aligned} T &= t + 273^\circ \\ t &= T - 273^\circ \end{aligned}$$

Introducendo questo valore di  $t$  nella equazione generale dei gas si ha:

$$P V = P_0 V_0 \left(\frac{1 + T - 273^\circ}{273^\circ}\right)$$

di cui

$$P V = P_0 V_0 \left(\frac{1 + T}{273} - 1\right)$$

cioè

$$P V = P_0 V_0 \frac{T}{273} = \frac{P_0 V_0}{273} T.$$

Il prodotto  $P_0 V_0$  diventa un numero determinato per determinati valori di  $P_0$  e  $V_0$ ; questo numero diviso per  $273$

è una costante che possiamo rappresentare con  $R$ , e allora la espressione generale dei gas diventa:

$$P V = R T \quad (1)$$

Un gas a volume costante passando da una temperatura  $t$  ad una superiore  $t_1$ , aumenta di pressione secondo l'eguaglianza:

$$P V = R T.$$

Riferendosi alle temperature assolute, essendo  $V$  ed  $R$  costanti, noi vediamo che l'aumento di pressione è proporzionale alle temperature assolute, qualora il gas compresso sia sempre allo stato di gas.

Se il gas fosse liquefatto, l'aumento di pressione è notevolmente più forte dovendosi tener conto dell'aumento di volume che la sostanza richiederebbe passando dallo stato liquido allo stato gasso, fino al raggiungimento della temperatura critica. Così, per esempio, essendo l'aria liquida 800 volte più densa dell'aria gassosa, alla temperatura critica che è di  $-140^\circ$  il volume che richiederebbe è 800 volte maggiore. Un recipiente rigido pieno di aria liquida dovrebbe perciò resistere alla pressione di 800 atmosfere. Da ciò si comprende come non sia possibile in recipienti chiusi tenere dell'aria liquida, o qualsiasi altro gas liquefatto, che per la loro eccessiva bassa temperatura critica, alle temperature ordinarie sono necessariamente gas.

Comunque sia, il problema dei gas compressi è un problema eminentemente energetico sia per la preparazione dei gas, per la conservazione e il trasporto.

I gas compressi si conservano e si trasportano entro recipienti cilindrici di acciaio, dell'altezza massima di 2 metri,

---

(1) Per fissare il valore di  $R$ , si prende per  $P_0$  il peso di una colonna di mercurio alta 760 mm. e della sezione di  $1 \text{ cm}^2$  il quale è di kg. 1,033; per  $V_0$  si prende il volume occupato a  $0^\circ$  e 760 mm. da due grammi di idrogeno, il quale è di litri 22,380. Allora è:

$$R = \text{Kg.} \frac{1,033 \times 1. 22,380}{273}$$

di resistenza oltre le 300 atmosfere, potendo i gas essere compressi fra le 200 e le 250 atmosfere. Ma anche a questa pressione si verificano non poche esplosioni dovute a sovrappressione per parziale riscaldamento della bombola durante il trasporto, o per urti ecc. Cosicchè oggi i gas si vendono compressi a non più di 150-160 atmosfere.

Studi particolari furono fatti per ridurre al minimo il peso della bombola, e mentre fino a pochi anni fa il peso era calcolato in base a 3, 4 kg. per m<sup>3</sup> di gas, ora si è ridotto questo peso a poco più di 1 kg.

Questa riduzione è dovuta alla natura dell'acciaio costituente la bombola, e l'acciaio che presenta le migliori garanzie ha la seguente costituzione: nikel 2,5 %, cromo 0,6 %, molibdeno 0,6 %, manganese 0,6 %, carbonio 0,3 %, silicio 0,15 %, zolfo 0,04 % (al massimo), fosforo 0,03 % (al massimo).

Per i gas che si possono liquefare è consigliata la seguente lega di ferro: manganese 0,45-0,75 %, carbonio 0,20 %, silicio 0,04 % (al massimo), fosforo 0,04 % (al massimo). Le bombole devono avere un volume maggiore del liquido nella seguente misura:

per ogni kg. di ammoniaca	capacità in litri	1,860
» » » » cloro	» » »	0,800
» » » » gas liquefatti non nominati		3,500

Il trasporto e la conservazione dell'aria liquida si fa con i recipienti Dewar che sono di vetro a doppia parete; nello spazio fra le due pareti si fa il vuoto e sulle pareti interne si fa depositare uno specchio metallico d'argento o di mercurio.

I gas passando da una pressione maggiore ad una minore assorbono l'energia termica che avevano disperso durante la compressione e creano intorno a sè un forte abbassamento di temperatura. È su questi fenomeni che è fondata l'industria del freddo.

Abbiamo già detto che ogni gas possiede una determinata temperatura critica; e che quella dell'anidride carbonica per esempio è a + 32°. Ma per alcuni gas le temperature critiche sono assai basse: per esempio la temperatura critica dell'azoto è a — 146°, quella dell'idrogeno a — 243°.

La difficoltà perciò di liquefare questi gas dipende dal dover raggiungere temperature così basse, impossibili raggiungersi cogli ordinari miscugli frigoriferi. Attualmente si possono ottenere temperature straordinariamente basse, come per esempio la temperatura critica dell'idrogeno, utilizzando la proprietà che hanno i gas di cedere calore quando vengono compressi, e assorbirne quando si dilatano per una diminuzione di pressione. Cossicchè se abbiamo un gas alla pressione e temperatura ordinarie e lo comprimiamo ad una pressione qualunque, la temperatura del gas aumenterà per il calore prodottosi durante la compressione, ma coll'aiuto di un refrigerante potremo disperdere questo calore e ricondurre il gas compresso alla temperatura ordinaria. Se ora togliamo la pressione sotto la quale si trova il gas, questo, dilatandosi rapidamente e non potendo riassorbire calore dall'esterno, si raffredda; e la temperatura si abbasserà tanto più quanto più forte è stata la compressione e quanto più bassa sarà la temperatura a cui, col refrigerante avremo portato il gas compresso.

Questa azione simultanea della compressione, raffreddamento e successiva dilatazione si ottiene praticamente per mezzo di un serpentino triplo ideato dal Linde o di un serpentino doppio ideato da Hemson. Molti gas però si possono liquefare facilmente, senza ricorrere all'artificio della compressione e successiva rapida dilatazione. Ciò si deve al fatto che la temperatura critica è facilmente accessibile.

In questi ultimi tempi si affaccia un altro problema relativo al trasporto dei gas. Per dare un'idea dell'importanza di tale problema diremo che il gas illuminante è un capomorto nella fabbricazione del coke metallurgico, perciò in quei paesi dove si lavora grande quantità di ferro, abbiamo anche una grande produzione di gas illuminante. Ad esempio nel bacino minerario della Rurhe, nel distretto di Wefstalia si producono circa 6 miliardi di m<sup>3</sup> di gas all'anno! È impossibile quindi collocare sul posto una quantità così enorme, d'altra parte, non è economico spedirlo compresso in bombole. Si progettaronò allora delle tubature, la cui distanza economica limite va dagli 8 a 1600 km.; questo gas nelle tubature sotterranee è spinto alla pressione di 30 atmosfere, e ad ogni centinaia di km. vi sono cabine di trasformazione per mante-

nere la pressione. Coticchè il gas che, nella Rurhe, costa 2,5 pfennings, portato a Berlino verrebbe a costare circa 4,50 pf.

In America il trasporto sotterraneo per mezzo di tubature del gas naturali è già un fatto compiuto, tanto che si trasportano 130 miliardi di m<sup>3</sup> di gas per anno.

In Italia, dove le sorgenti gassose, benchè non troppo grandi sono tuttavia assai importanti, potrebbero essere meglio utilizzate col potere trasportare il gas a distanza.

In Germania è stato risolto un altro problema sul trasporto a proposito dei gas liquefatti. Si sono costruiti dei recipienti per cui si può mandare dei gas liquefatti in bombole aperte a grande distanza, con una perdita che non oltrepassa il 20 % nelle 24 ore.

Per il trasporto dei gas solidificati è stato risolto il problema per mezzo dell'anidride carbonica e che vien chiamata *ghiaccio asciutto*; questa ha la proprietà di conservarsi per molto tempo, con il vantaggio quindi di poter esser spedito a distanza. Con ciò vengono avvantaggiati anche il sistema di refrigeramento nelle navi.

Un'applicazione pratica della energia cinetica dei gas è quella di renderla allo stato potenziale, comprimendo il gas e utilizzando l'azione dinamica durante il deflusso.

Il gas che si utilizza a questo scopo è l'aria la quale allo stato compresso racchiude in sè le condizioni energetiche nella misura di quelle che sono state necessarie spendere per la compressione.

L'aria compressa rappresenterebbe quello che rappresenta una molla d'acciaio « caricata » e in atto di scaricarsi, soltanto che le applicazioni dell'aria compressa sono assai più importanti nella tecnica meccanica.

Così, infatti, una delle applicazioni più importanti dell'aria compressa è quella delle macchine soffianti, riproducenti ottimamente il vento; esse sono usate specialmente nella presa delle azioni cinematografiche.

Inoltre l'aria compressa è usata molto nelle officine, come forza motrice, per azionare martelli, trapani, spazzole meccaniche per la pulitura delle caldaie, scalpelli, macchine fresatrici, ecc. ecc.

Un'altra applicazione dell'aria compressa un tempo era

nelle campane dei palombari; ora, non usandosi più le campane, ma gli scafandri, si manda l'aria compressa per aumentare la quantità di ossigeno.

Infine l'aria compressa si applica ai così detti iniettori, e nebulizzatori (quest'ultimi usati, ad esempio, per la fabbricazione dell'acido solforico), e per accelerare le reazioni chimiche, come la combustione ravvivata nei forni e nella fusione e riduzione del ferro e nella combustione delle polveri di carbone, ed anche come forza motrice.

Infine, sempre in tema di gas compressi, è doveroso menzionare i gas e i vapori compressi naturali dei soffioni boraciferi, che a Larderello trovano il loro migliore sfruttamento. Così questi soffioni sono usati per ottenere energia elettrica, a mezzo quindi di energia termo-meccanica fornita dai getti naturali di vapore, la cui portata è veramente enorme se si pensa che nell'ultima perforazione si raggiunse la portata di 100.000 kg. di vapore all'ora.

Quest'industria è il più bell'esempio di quanto può influire la razionale utilizzazione dei prodotti naturali e delle energie disponibili. Tale industria che ora è fine a se stessa andrà evolvendosi verso altre mète, forse di sussidio alle altre industrie toscane naturali vicine, abbracciando così in una sintesi tutte le ricchezze naturali.

Tutta la tecnica dei gas e la merceologia di essi è legata, come abbiamo visto, al valore energetico della pressione oltre che alla natura ed agli usi del gas.

\* \* \*

Il fenomeno della *tensione* è riferibile allo stato liquido e dalla tensione del vapore dei liquidi, dipende la tecnica di distillazione di essi nella loro preparazione, e la tecnica del loro trasporto.

La *distillazione* si compie o per frazionare miscele di liquidi, come nella grande industria del petrolio e dell'alcool; o per evaporare soluzioni acquose come nell'industria dello zucchero e della colla. La distillazione consiste nel trasformare per ebollizione il liquido in vapore e far passare il vapore



per un tubo raffreddato (refrigerante) nel quale il vapore si torna a condensare, separato dalle altre sostanze che non si trasformano allo stato di vapore.

In qualsiasi caso si deve consumare una certa quantità di energia termica per portare il liquido alla temperatura di ebollizione, energia termica che in parte viene restituita durante le condensazioni del vapore. Quanto più alta è la tensione del vapore a temperatura ordinaria e tanto più basso è il punto di ebollizione, ma altrettanto meno facile è la condensazione del vapore.

Così per la condensazione della benzina, dell'etere, dell'alcool occorrono dei sistemi energici di refrigerazione e il calore di condensazione non viene quasi mai recuperato.

Più accuratamente è stato studiato il problema dell'evaporazione dell'acqua e del recupero del calore di condensazione del suo vapore. Valga l'esempio degli evaporatori Kestner, a doppio e a triplo effetto, mediante il quale sistema, una parte dell'acqua è scaldata col calore di condensazione del vapore ottenuto dal primo evaporatore. Anche nella distillazione e preparazione dell'acqua distillata, il calore di condensazione è usato a surriscaldare l'acqua che entra nella caldaia di distillazione, oppure mandando il vapore nei serpentini, dentro apposite caldaie di riscaldamento dei liquidi da evaporare.

È sul fenomeno della tensione di vapore che è basata la concentrazione di soluzioni che defluendo su superfici incontrano un gas inerte che si satura del vapore. Come avviene della concentrazione delle soluzioni di acido solforico residuo della nitratura della glicerina e della cellulosa.

La soluzione diluita viene spinta entro una torre che porta diversi piani alternati e degradanti, il piano inferiore comunica con un condotto che proviene dalla incompleta combustione del coke, i cui prodotti gassosi di combustione incontrando la corrente di acido solforico diluito si saturano di acqua, cosicchè l'acido solforico che entra nella torre assai diluito, arriva al fondo di essa concentratissimo.

Sull'identico principio si fondano i così detti castelli refrigeranti dell'acqua che proviene dai motori a vapore; questa viene immessa per mezzo di numerosi rubinetti situati a diversi piani entro costruzioni in legno e l'acqua calda cadendo

sotto forma di pioggia evapora rapidamente, anche per l'azione della corrente ascendente dell'aria, e si raccoglie fredda nel serbatoio sottostante.

Su questo stesso principio si costruiscono quelle opere a superfici evaporanti « Gradier Werke » per la saturazione delle soluzioni saline, utilizzando l'azione del vento come mezzo per accelerare la evaporazione.

## 2. - Massa e peso specifico.

SOMMARIO. - Relazione tra forza, peso, massa, accelerazione - Concentrazione cinetica e concentrazione chimica della materia - Concetto di peso specifico - Peso molecolare - Peso atomico - Vari metodi per determinare il peso specifico - Confronto fra le diverse scale aerometriche - Volume specifico e potere calorifico cubico - Applicazioni.

Un'altra proprietà generale di tutti i corpi è quella, per essi, di avere una massa il cui valore è proporzionale al peso che corrisponde alla forza con cui la massa è sollecitata dalla accelerazione.

La relazione tra forza, peso, massa e accelerazione sono rappresentate dalle ben note eguaglianze:

$$f = m a$$

$$p = m a$$

Nel nostro sistema di numeri per unità di massa si prende quella di 1 cm<sup>3</sup> di acqua a 4°, per accelerazione costante si prende quella della gravità terrestre pari a 9,81 metri per secondo.

Essendo  $a$  costante il peso diventa proporzionale alle masse, ecco perchè il peso è l'indice della massa pur non rappresentando la massa in sè.

Potremo rappresentare la massa con:

$$m = \frac{p}{a}$$

che si chiama *massa specifica*, e dove per  $p = 1$ , cioè un grammo, si ha:

$$m = \frac{1}{a}$$

il che significa che la massa specifica dell'acqua è l'inverso della accelerazione.

Per un altro corpo di peso specifico (peso dell'unità di volume) diverso da 1, è:

$$m = \frac{p}{a}$$

nel qual caso la massa specifica è data, come si è visto, dal peso specifico diviso per l'accelerazione. Ora sulla terra la massa specifica è circa  $\frac{1}{10} = (0,981)$  del peso specifico, quantunque vari dal polo all'equatore.

Ma per un altro pianeta la massa specifica aumenta tanto più, quanto minore è l'accelerazione, e viceversa la massa specifica diventa tanto minore quanto più grande è l'accelerazione.

Ecco perchè se il peso è l'indice della massa, questa non può essere definita dal peso.

Sostituendo, allora, al concetto di massa, inteso come rapporto fra il peso e l'accelerazione quello della *concentrazione della materia* nell'unità di volume, dovremo distinguere due casi:

- a) concentrazione cinetica della materia;
- b) concentrazione chimica della materia.

La concentrazione cinetica è quella che noi possiamo modificare col variare della pressione e della temperatura. Per esempio di litri 22,4 di ossigeno, a  $0^{\circ}$  e 760 mm., la cui massa è indicata dal peso di gr. 32, potremo variare la concentrazione della materia col portarli a 48 gr., mantenendo costante il volume di l. 22,4, purchè sia aumentata adeguatamente la pressione o diminuita la temperatura. Il che equivale ad una azione cinetica esterna che noi esercitiamo sulla struttura fisica del corpo.

Ma se vogliamo mantenere costanti le condizioni cinetiche del corpo e determinare una variazione nella concentrazione

della materia, allora intervengono altre condizioni di natura chimica nel senso di una trasformazione molecolare della massa. Così se in litri 22,4 anzichè concentrare gr. 32 di ossigeno vogliamo concentrare gr. 48 mantenendo costanti le condizioni di temperatura e di pressione, cioè a parità di condizioni cinetiche esterne, noi dobbiamo modificare il sistema energetico molecolare, in questo caso concentrare nel sistema quel tanto di energia per cui si ottenga l'aumento di concentrazione di materia.

Nel caso invece dell'idrogeno se in litri 22,4 di esso (grammo molecola dell'idrogeno) volessimo concentrare dell'ossigeno, il sistema molecolare si trasforma col creare una nuova sostanza, acqua, con una nuova costituzione energetica e, in questo caso, con eliminazione di energia.

Ecco perchè nel concetto di peso specifico si racchiude quello di concentrazione cinetica, mentre nel peso molecolare si stabilisce una condizione di trasformazione chimica, per creare l'equilibrio energetico chimico.

Potremo anche domandarci che cosa possa significare il peso atomico, nei riguardi del concetto energetico della concentrazione della materia.

In questo caso si stabilisce una condizione di *trasformazione radioattiva*; vale a dire, mentre nel concetto molecolare l'energia che si considera è quella chimica, nel concetto atomico l'energia che si mette in movimento è quella radioattiva.

Dal punto di vista merceologico, tutte queste forme energetiche sono di grande importanza.

Quella riferentesi al *peso specifico*, per identificare la costanza di composizione sia di una specie chimica, sia di una mescolanza omogenea.

Quella riferentesi al *peso molecolare*, per stabilire le condizioni tecnologiche di preparazione di una determinata sostanza, e fissare il quantum di energia necessaria perchè il processo chimico si compia.

Quella riferentesi al *peso atomico* per tutto ciò che riguarda la merceologia dei prodotti radioattivi.

**PESO SPECIFICO.** — Nel caso dei gas si prende per unità di misura il volume di un litro, a 0° di temperatura e 760 mm. di pressione.

Questo valore ha importanza soltanto nelle analisi chimiche gassose per stabilire le quantità percentuali.

La determinazione delle densità intese come rapporto fra pesi di volumi eguali ha importanza per stabilire il peso molecolare, riferendoci all'idrogeno.

Più estese applicazioni riceve, invece, il concetto di peso specifico, nel caso dei liquidi e dei solidi. Il punto di riferimento è il peso di un volume d'acqua a 4°, pari al volume del corpo che si considera. Però torna più spesso comodo di riferirci alla temperatura di 15°, e qualche volta a 17°. In ogni modo la richiesta del peso specifico è sempre accompagnata dalla indicazione della temperatura.

Gli apparecchi per raggiungere questa determinazione sono svariatisimi:

I più esatti sono i *picnometri*, specie di ampolline di vetro che si pesano piene di acqua e piene di liquido; togliendo dalle due pesate il peso del vetro si ottiene il peso del liquido e dell'acqua, vale a dire i pesi di volumi uguali delle due sostanze. Dividendo il peso del liquido per il peso dell'acqua si ottiene il peso specifico: si capisce che la temperatura deve essere costante durante tutta l'esperienza.

In questo modo si ha un errore che verte sulla quarta cifra decimale nel valore del peso specifico.

Per determinazioni esatte fino alla terza cifra decimale si usa la *bilancia di Westfal*. Specie di stadera con un galleggiante a termometro, il quale immerso nel liquido perde di peso, e l'equilibrio precedentemente fatto con l'acqua viene alterato. Lo si ristabilisce con dei pesi e frazioni di peso, che danno direttamente la densità del liquido.

Per misure nelle quali è sufficiente la sicurezza sulla seconda cifra decimale servono i così detti *densimetri*, galleggianti di vetro a colonna graduata che affondono più o meno a seconda della densità del liquido. Gli apparecchi sono precedentemente tarati, e la loro sensibilità dipende dalla grossezza del bulbo galleggiante e dalla lunghezza della colonna graduata.

Nel caso delle soluzioni, la densità serve per stabilire il grado di concentrazione; in questo caso si costruiscono degli *areometri*, i quali sono graduati in modo da ottenere diretta-

mente la percentuale della concentrazione. Questi areometri devono essere costruiti per ogni singola sostanza, in quanto che la variazione della densità della soluzione con la concentrazione non è una legge generale, ma ogni sostanza segue un andamento particolare.

Gli areometri che servono a determinare la concentrazione delle soluzioni alcoliche si dicono alcoolometri, quelli per determinare la concentrazione zuccherina dei mosti si dicono mostimetri, quelli per il latte lattodensimetri, ecc.

Vi è un tipo di areometro che serve per tutte le soluzioni, o più precisamente uno per i liquidi più leggeri ed uno per quelli più pesanti.

Questo tipo di areometro è detto di Baumé. La scala è costante ma arbitrariamente presa con soluzioni diversamente concentrate di cloruro di sodio.

L'areometro di Baumé dà un numero al quale corrisponde con apposite tabelle la relativa concentrazione.

Per tutti gli areometri si può stabilire una formula fondamentale di confronto:

Immergendo l'areometro nell'acqua, esso galleggia fino ad un dato punto (dove si segna 1000), spostando una certa quantità d'acqua che chiameremo  $g$ ; immergendolo in un liquido più pesante, avremo un diverso peso di spostamento, che è dato dal peso dell'acqua moltiplicato per la densità  $d$ . Il peso del volume della colonna liquida, spostata dalla colonna graduata, è dato dal peso del liquido spostato meno il peso dell'acqua, e cioè:

$$(1) \quad dg - g = dn$$

ora siccome  $n$ , numero della divisione della colonna, può essere arbitrario bisogna stabilire la densità da cui si parte per la graduazione. La (1) si può anche scrivere:

$$dg - dn = g$$

o

$$d(g - n) = g$$

e quindi:

$$d = \frac{g}{n - \frac{g}{d}}$$

$g$   
 $g-n$

Per esempio se si mette il numero 66 al punto in cui si immerge l'areometro nell'acido solforico di peso specifico 1,84 a 15° si ottiene per g il valore di 144,3 e quindi:

$$d = \frac{144,3}{144,3 - n}$$

Vi sono tabelle in cui accanto al numero di graduazione dell'areometro si legge direttamente il peso specifico corrispondente.

Trascriveremo le formule dei diversi areometri per avere un criterio differenziale di essi.

AREOMETRI	LIQUIDI PIÙ PESANTI DELL'ACQUA	LIQUIDI PIÙ LEGGERI DELL'ACQUA
Baumé a 15° . . .	$d = \frac{144,3}{144,3 - n}$	$d' = \frac{144,3}{144,3 + n}$
Baumé a 17° . . .	$d = \frac{146,78}{146,78 - n}$	$d' = \frac{146,78}{146,78 + n}$
Cartier a 12°5 . . .	$d = \frac{136,8}{126,8 - n}$	$d' = \frac{136,8}{126,8 + n}$
Beck a 12°5 . . .	$d = \frac{170}{170 - n}$	$d' = \frac{170}{170 + n}$
Brix . . . . .	$d = \frac{400}{400 - n}$	$d = \frac{400}{400 + n}$
Bolling . . . . .	$d = \frac{200}{200 - n}$	$d' = \frac{200}{200 + n}$
Gay-Lussac. . . . .	$d = \frac{100}{100 - n}$	$d = \frac{100}{100 + n}$
Twaddle. . . . .	$d = \frac{\frac{n}{2} + 100}{100}$	

L'areometro di Twaddle è diviso in 200 gradi per differenze di peso specifico comprese fra 1 e 2. Il peso specifico dell'acqua è indicato da 1000. Ogni aumento di densità di 5 unità corrisponde ad un grado, cioè :

gradi Twaddle	1000	1	2	3	4	5
peso specifico	1000	1005	1010	1015	1020	1025 ecc.

\* \* \*

Per il *peso specifico dei solidi*, si tratta di misurare esattamente il peso del solido e il suo volume per stabilire il peso dell'unità di volume.

Se il solido è di forma regolare il volume si può determinare direttamente dalla misura delle sue dimensioni. Questo avviene specialmente per cubi, losanghe, tondini, mattonelle regolari, ecc. Ma generalmente si immerge il solido in un liquido di densità nota  $d$  (se è per l'acqua questo valore è 1) e si misura il volume di liquido spostato. L'espressione:

$$p_s = \frac{P}{V} \times d$$

dà il peso specifico del corpo dove  $P_s$  = peso specifico,  $P$  = peso del corpo,  $V$  il volume,  $d$  densità del liquido spostato.

Per merci in polvere, o in pezzatura irregolare, come sabbia, ghiaia, grano, carboni, legna, ecc. si dà il peso specifico apparente, cioè il peso per litro, per ettolitro o per metro cubo, occupato dal materiale sciolto.

Per la carta, le stoffe in genere si richiede alle volte il peso per decimetro quadrato, peso che oltre dalla natura della sostanza dipende dallo spessore e dalla struttura del tessuto per le stoffe, e dalla così detta carica per la carta.

Comunque sia, il peso specifico è un dato fra i più importanti richiesti per stabilire la natura della sostanza e per differenziare le varietà commerciali della medesima entità merceologica.

Alcuni prodotti vengono anzi contrattati in base al loro



peso specifico, specialmente le benzine, i petroli, gli olii lubrificanti, gli olii alimentari, i metalli, le leghe ecc.

Alcune volte dal peso specifico si può distinguere la merce avariata da quella sana, come si usa fare per le ova, i grassi, i semi in genere, che gettati nell'acqua o in soluzioni acquose di densità nota, per precipitazione o per galleggiamento si può separare la parte buona da quella avariata.

Sul peso specifico in relazione alla velocità di una corrente acquosa è basata la separazione, per levigazione, delle argille, del caolino, dalle sabbie calcaree da quelle silicee, le sabbie aurifere ecc.

Sul diverso peso specifico è fondata la pulitura, per ventilazione, dei grani, delle farine, e in genere la separazione delle parti più sottili da quelle in polvere più grossolana.

Sul peso specifico è regolata la concentrazione delle soluzioni acquose saline per la cristallizzazione frazionata, per la concentrazione dei sughi nella preparazione dello zucchero, della colla, dei siroppi, ecc.

Dal peso specifico si può arrivare a scoprire le falsificazioni nei combustibili, nella carta, nella seta, negli olii, nel latte ecc.

Certo che il rapporto fra peso e volume è una proprietà generale che si riferisce ad ogni e qualsiasi sostanza e alla quale si può sempre ricorrere come termine di confronto.

Di particolare interesse può essere alle volte il considerare l'inverso del peso specifico, che si chiama *volume specifico*.

Specialmente importante si presenta questo dato nella utilizzazione dei combustibili dove il potere calorifico invece di riferirlo all'unità di peso si riferisca all'unità di volume. Valgano come esempio, le considerazioni messe in rilievo già fino dal 1918 a proposito della lignite di S. Gimignano.

Di più combustibili a parità di potere calorifico, e sia pure a parità di velocità di combustione è senza dubbio preferibile quello che ha maggiore *potere calorifico cubico*.

Questo potere calorifico non è stato fin'ora messo in quella evidenza che meriterebbe.

È noto che se si prendono pesi uguali di antracite, coke metallurgico, e lignite (quella di Castelnuovo di Valdarno) lo spazio occupato da ciascuno, sta in cifra tonda come 1 : 2 : 3,

quindi supposto un forno di determinato volume e supposto di compiere la combustione con velocità eguali per tutte e tre le specie di combustibile, dovremo trovare che la durata del tempo di combustione per il quantitativo che entra in quel forno dovrà pur stare secondo 1 : 2 : 3.

Così difatti ha dato all'incirca l'esperienza condotta in un fornello termosifone: il quale caricato completamente fino alla bocca con l'antracite durava acceso 24 ore; caricato a coke durava acceso 12 ore e caricato di lignite di Castelnuovo di Valdarno resisteva appena 8 ore.

Ma il rendimento calorimetrico della antracite, nella unità di tempo era tuttavia superiore, poichè, alla caldaia, il termometro si manteneva costante a 85°, mentre con la lignite (tutte le altre condizioni essendo identiche) il termometro si manteneva appena a 70°. Questa riduzione di rendimento non solo è dovuta al minor potere calorifico assoluto della lignite ma anche al maggiore disperdimento, poichè per avere il minimo di combustione con la lignite bisognava aumentare il tiraggio che era occorso per avere il minimo di combustione con l'antracite; così l'accesso d'aria essendo più forte, più forte era la quantità d'aria calda che sottraeva calore con i fumi del camino.

Questa esperienza che è il risultato di una osservazione per quasi una invernata, si accorda con i rapporti ponderali e volumetrici esistenti fra antracite, coke e lignite.

Se ora volessimo nella unità di tempo bruciare l'unità di peso di antracite, coke e lignite, bisognerebbe che le capacità dei rispettivi forni fossero come 1 : 2 : 3.

Ma il rendimento termico, che resterà sempre in relazione al potere calorifico assoluto, va scemando con l'aumentare del volume, poichè il calore si disperde su un volume maggiore.

Prendiamo a considerare l'antracite e la lignite: abbia l'antracite il potere calorifico assoluto di 8000 calorie; abbia la lignite il potere calorifico di 3000 calorie. Il potere calorifico cubico sarà inversamente proporzionale al volume specifico, e siccome il volume per l'antracite e la lignite sta come 1 : 3 così il potere calorifico cubico dell'antracite essendo 8000, quello della lignite diventa 1000, cioè tre volte minore.

E siccome i risultati energetici dipendono dalla concentrazione della energia nell'unità di volume, così si vede che

la sostituzione della lignite all'antracite là dove l'unità di volume sia fissato è assolutamente impossibile agli effetti energetici. È per questa ragione che nelle locomotive la lignite non potrà mai sostituire l'antracite.

È anche là dove sia possibile cambiare la capacità di un forno in proporzione al potere calorifico cubico, resteranno sempre le differenze dovute al potere calorifico assoluto, alle maggiori perdite, alla umidità, ecc.

L'importanza è anche più evidente se si tratta di liquidi. A parità di potere calorifico, dovremo dare la preferenza al liquido a potere calorifico cubico superiore. Poichè trattandosi di combustione in camere a volume costante, a parità di liquido, avremo (coeteris paribus) un rendimento termico superiore.

### 3. - Fenomeni dovuti alla coesione.

SOMMARIO. - Elasticità, coefficiente e modulo - Torsione e torsimetri - Durezza - Resistenza alla trazione - Carico di rottura - Punto di snervamento - Strizione - Resilienza - Friabilità - Duttilità - Gli stacci metallici - Malleabilità - Fogli sottili metallici - Battiloro.

ELASTICITÀ. - È noto che un corpo solido sollecitato da una forza di compressione, di tensione o di torsione subisce una deformazione, la quale può durare soltanto finchè dura la forza, oppure, se questa raggiunge un certo limite, può diventare permanente.

Ora per i corpi elastici i quali hanno molte applicazioni pratiche appunto per questa loro proprietà, interessa conoscere il valore di questa elasticità, espressa in kg. per una lunghezza  $l$  in metri del corpo, se è un filo, e per la sezione  $S$  di esso. La relazione che sussiste fra l'elasticità  $E$ , il peso  $P$  (la forza) che sollecita l'elasticità e l'allungamento  $\lambda$  che subisce il filo è:

$$\lambda = \frac{1}{E} \cdot \frac{P \times l}{S} \quad (1)$$

da cui si vede che l'allungamento che subisce un corpo elastico è proporzionale allo sforzo  $P$ , a cui è sottoposto e alla lunghezza del filo, ed è inversamente proporzionale alla sezione  $S$ .

In quanto al valore di  $E$ , esso si ricava dalla (1):

$$E = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{P \times l}{S} \quad (2)$$

dove per  $P = 1$  kg.,  $l = 1$  m., e  $S = 1$  cm<sup>2</sup>, per  $E$  si ottiene un valore che varia da sostanza a sostanza e si chiama *coefficiente di allungamento*.

Qualche volta interessa invece esprimere  $E$ , in funzione di  $P$ , e allora si ha:

$$P = E S \frac{\lambda}{l}$$

dove per  $S = 1$  mm<sup>2</sup>,  $E$  rappresenta la forza  $P$  necessaria perchè  $\lambda = l$ , cioè perchè l'allungamento diventi uguale alla lunghezza del filo preso. Questo valore si chiama *modulo di elasticità*, che è l'inverso del coefficiente.

Per i corpi fortemente elastici (tessuti elastici, molle di acciaio, fili di lana, cotone, seta, gomma ecc.) si dà il coefficiente di allungamento.

Per i corpi poco elastici (metalli in genere) si preferisce dare l'inverso, e cioè, come sappiamo, il modulo di elasticità.

Si è detto che togliendo lo sforzo a cui è stato sottoposto un filo, il filo torna alla lunghezza primitiva; ma insistendo per molto tempo su questo sforzo avviene che l'oggetto si stanca e finisce col cedere, cioè coll'essere deformato permanentemente. Allora questo peso (o sforzo) che, per un determinato tempo, deforma l'oggetto è detto *limite di elasticità*, espresso dalla forza che produce un allungamento stabile di 0,5 mm. per ogni metro di lunghezza.

Il limite di rottura è il peso che fa rompere un filo dello spessore di 1 mm<sup>2</sup>.

Il fattore elasticità è molto importante avendo svariatissime applicazioni, così nelle molle da orologio, o di qualunque congegno di orologeria, molle per compressori nella costruzione di vagoni ferroviari, fabbricazioni di cavi, catene ecc.

Nel caso dei fili per tessuti occorre spesso conoscere la *elasticità di torsione*: essa è data dall'espressione:

$$\omega = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{M l}{r^4}$$

cioè l'angolo di torsione ( $\omega$ ) è direttamente proporzionale al momento della forza torcente ( $M$ ) e alla lunghezza del filo ( $l$ ), e inversamente proporzionale alla quarta potenza del filo;  $\sigma$  indica il coefficiente di torsione che varia con il volume della sostanza.

La *torsione* è la qualità più importante nel caso dei filati per tessuti. Un certo grado di torsione preesiste nel filato che risulta dalla rotazione del fuso. Il grado di torsione di un filato si determina con uno strumento speciale detto *torciometro* che dà il numero dei giri del filato su un metro lineare. Si prende un metro del filato in esame e lo si fissa a un capo, all'altro capo si ferma il filato al centro di una ruota che gira in senso inverso a quello della torsione delle fibre, fintantochè le fibre del filato diventino parallele fra loro; un apposito apparecchio conta i giri della ruota. I giri che si sono dovuti fare per distorcere il filato, e che sono eguali a quelli fatti in senso opposto per torcerlo, rappresentano il grado di torsione per l'unità di lunghezza che è il metro.

Se il filato è a due o più capi allora vi sono due torsioni da determinare; quella di un filo sull'altro e quella delle fibre per il singolo filo elementare. La scala decrescente di torsione è: filati per cucire o cucirini, per ordito, per maglie, per trame e da ultimo quelli per ricamo.

È pure un dato importante il numero dei nodi o delle interruzioni che si verifica in una data lunghezza del filato (bontà di svolgimento).

Riportiamo ora una tabella dimostrativa sul modulo di elasticità e sul limite di elasticità, a proposito dei legnami:

LEGNO DI	Modulo di elasticità in Kg. per cm <sup>2</sup>			Resistenza in Kg. cm <sup>2</sup> alla			Limite di elasti- cità in Kg. cm <sup>2</sup>		
	trazione	compress.	flessione	tra- zione	com- press.	fles- sione	tra- zione	com- press.	fles- sione
ABETE ROSSO	92.000	99.000	111.000	750	250	420	200	180	130
PINO . . .	90.000	96.000	108.000	890	280	470	170	260	200
QUERCIA . .	108.000	103.000	100.000	970	350	600	350	220	270
FAGGIO . .	180.000	169.000	128.500	1350	320	670	150	155	155

La *durezza* è la proprietà per cui un corpo è scalfito da un altro corpo. Sono state proposte per la misura delle durezza due scale, di cui una, quella di *Mohs*, contiene dieci prodotti mineralogici, l'altra, quella di *Breithaut*, ne contiene dodici:

*Scala di Mohs*: talco, gesso, calcite, fluorite, apatite, feldspato, quarzo, topazio, corindone, diamante.

*Scala di Breithaut*: talco, gesso, mica, calcite, fluorite, apatite, orneblenda, feldspato, quarzo, topazio, corindone, diamante.

La durezza dei minerali secondo le due scale è crescente, ogni minerale è scalfito dal seguente e per entrambe il più duro è il diamante.

La misura non ha valore assoluto, ma è soltanto relativa alle predette sostanze campioni.

Queste scale interessano il mineralogista che deve scegliere i minerali, ed hanno una certa importanza per l'indicazione dell'uso che si può fare del minerale e per i trattamenti merceologici, ma non è certo una misura scientifica, e nemmeno tecnica, alla quale si possa ricorrere nel caso dei materiali da costruzione.

Per i materiali metallici la durezza superficiale si prova esercitando uno sforzo di compressione, agendo gradatamente sulla superficie piana del materiale, con una sfera d'acciaio temprato. La durezza può così essere misurata dallo sforzo tangenziale specifico necessario a produrre uno spostamento permanente nelle particelle del solido in rapporto alle particelle vicine. In generale si mantiene invece costante lo sforzo di compressione e si misura la deformazione permanente prodotta sulla superficie del materiale, cioè, nel caso di una sfera compressa contro la superficie del materiale in prova, si misura l'area della calotta sferica formatasi.

In tal caso si usa esprimere la durezza dal rapporto fra la pressione  $P$ , espressa in kg., esercitata sulla sfera di diametro  $D$ , e l'area  $a$ , espressa in  $\text{mm}^2$ , dell'impronta ottenuta sul materiale e di cui si misura il diametro  $d$ .

Questo rapporto:  $\Delta = \frac{P}{a}$

in cui:  $\alpha = \pi \frac{D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})$

dicesi *cifra di Brinell*.

Il valore della durezza ha importanza nella classificazione delle così dette pietre dure, pietre preziose, e nella scelta dei minerali sia per essere adoperati come « abrasivi » i più duri (smeriglio, suole per smeriglio ecc.) o come « gessetti », i più teneri, « steatiti », o gessi da lavagna, « grafiti » ecc. Tanto nel primo caso che nel secondo si possono ottenere degli abrasivi artificiali, come il « carborundo », e dei gessetti artificiali come le losanghe per tavole nere, e tutti gli altri prodotti a base di grafiti nella fabbricazione dei lapis, per i quali le diverse durezze sono classificate con un numero.

Perciò sulla proprietà della durezza è fondato il commercio degli abrasivi, pietre naturali da arrotare, diamanti per tagliare i vetri e per le perforatrici, del carborundo e tutti gli arnesi che con questo si fanno per arrotare, limare ecc. delle carte vetrate di tutte le specie fino a quelle polimentatrici, delle polveri polimentatrici nell'industria dei metalli, dei vetri, delle pietre preziose, dei marmi e alabastri, onde conferire loro le superfici lucide, e finalmente nella preparazione della carta lucida, ecc.

Una notevole importanza ha il fenomeno della durezza sulla lavorazione del legno nella intarsiatura, sulla lavorazione delle pietre preziose per i mosaici, nella lavorazione dei metalli sia per le incisioni a bulino che per la limatura, la resistenza allo sfregamento, nella fabbricazione dei cuscinetti metallici di antifrizione ecc., nella fabbricazione dei fili e delle seghe per la segatura dei marmi, dei legni e dei metalli, nella scelta dei materiali da costruzione specialmente di pavimentazione, e quella stradale in modo particolare.

Nella fabbricazione della carta la durezza ha molta importanza per la stampa e non poche volte sono sorte opposizioni e contrasti fra stampatori e fabbricanti di carta, in quanto se la carta è dura deteriora rapidamente i caratteri da stampa.

\* \* \*

La *resistenza* è la proprietà per la quale un corpo sottoposto ad uno sforzo continuo resiste allo sforzo senza deformarsi in modo definitivo.

Lo sforzo può essere dato da una pressione costante come quella che subiscono le fondamenta di una costruzione, dal peso della costruzione stessa, onde la necessità di conoscere la resistenza alla pressione dei materiali da costruzione per calcolarne le condizioni di stabilità. Si usano dare a tal modo determinate forme a ciascun campione dei detti materiali, con dimensioni stabilite per legge.

La trazione si misura in kg. per  $\text{mm}^2$  o  $\text{cm}^2$  di sezione.

La legge che è stata stabilita fra lo sforzo che si deve esercitare e l'allungamento del materiale è espressa dalla formula di Hooke:

$$\sigma = E i$$

dove  $E$  è il coefficiente di elasticità, e  $i$  l'allungamento unitario. Essa è valida soltanto entro limiti relativamente ristretti poichè col crescere dell'azione deformante l'allungamento non è più proporzionale allo sforzo, ma aumenta più rapidamente.

Le forze deformanti possono essere applicate gradualmente, o possono essere fatte agire istantaneamente, per esempio con urti o martellamento. Il materiale reagisce in modo diverso nei due casi.

La trazione applicata gradualmente ad un materiale isotropo di forma prismatica, può essere rapportata su un sistema di assi coordinati dove su  $O x y$ , portiamo gli allungamenti  $l$  come ascisse e gli sforzi totali di trazione  $P$ , ad essi relativi, come ordinate, supponendo di far crescere gradatamente lo sforzo. La curva che si ottiene, fino a tanto che il materiale obbedisce alla legge di Hooke, presenta un tratto rettilineo  $OP$ .

Il punto  $P$  segna con la sua ordinata il *limite di proporzionalità*; a questo punto segue il punto  $E$ , l'ordinata del quale ci dà il *limite di elasticità*, cioè il limite oltre il quale cominciano a presentarsi nel materiale sensibili deformazioni permanenti; il materiale, cessato lo sforzo, non riprende la forma primitiva, come avviene invece nel caso di sollecitazioni elastiche.

Al punto  $E$  segue il punto  $S$  (*punto di snervamento*). Qui il materiale si sfibra cambiando le sue proprietà di resistenza come lo indicano i punti  $RR'R''$ .

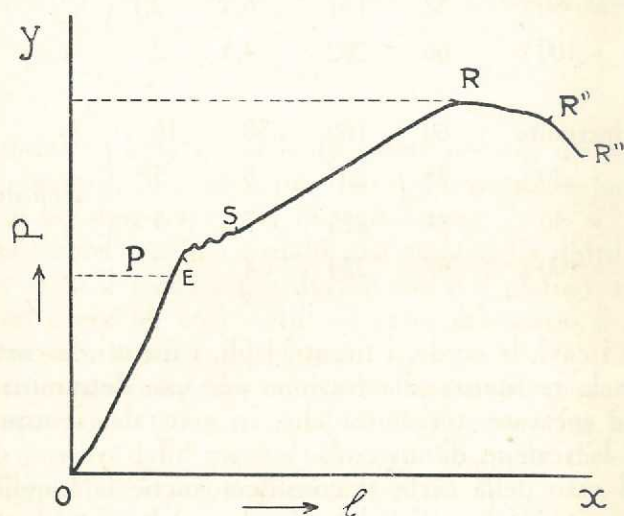
Il punto  $R$  segna la *resistenza massima* del materiale. Il



punto  $R''$  corrisponde al completo distacco delle parti e la sua ordinata dà il *carico di rottura del materiale*.

I valori segnati dai punti  $P$ ,  $E$ ,  $S$ ,  $R$ ,  $R'$  ed  $R''$  dipendono dalla elasticità, tenacità, duttilità dei materiali. Se  $R'$  ed  $R''$  coincidono, la rottura avviene bruscamente come avviene per i materiali poco duttili.

Nel materiale, per effetto della trazione, oltre l'allunga-



mento  $l$ , si genera una contrazione trasversale che diviene massima nella sezione di rottura.

Il rapporto fra l'area  $A'$  della sezione di rottura e l'area  $A$  della sezione primitiva ( $\frac{A'}{A}$ ) è tanto minore quanto più duttile è il materiale. Il rapporto fra la differenza delle due aree  $A$  ed  $A'$  e l'area primitiva ( $\frac{A-A'}{A}$ ) si chiama «strizione» ed è tanto maggiore quanto più duttile è il materiale. L'insieme di questi valori dà un criterio della tenacità del metallo.

Nel caso degli urti o del martellamento la tenacità viene espressa dal lavoro meccanico necessario a spezzare il materiale stesso. Questo lavoro chiamasi *resilienza* e si esprime in chilogrammi, per unità d'area ( $\text{cm}^2$  o  $\text{mm}^2$ ) nella sezione di rottura.

Riportiamo una tabella esemplificativa, per l'acciaio, che dà la resistenza alla trazione ( $R$ ), la durezza Brinell ( $\Delta$ ), l'allungamento ( $A$ ), la resilienza ( $\rho$ ).

	$R$	$\Delta$	$A\%$	$\rho$	
Non incrudito	37	115	37	20	} extra-dolce
» 20%	15	174	10	5	
» 50%	58	191	6,5	2,1	
» 100%	66	202	4,5	2	
Non incrudito	60	160	30	16	} semi-duro
» 20%	78	203	8	5	
» 50%	91	225	7	3	
» 100%	97	234	4	2	

Per i cavi, le corde, i tiranti, i fili, i tessuti, la carta, ecc. interessa la resistenza alla trazione per una determinata lunghezza e spessore, resistenza che, in generale, si esprime in kg. per la sezione di un  $\text{cm}^2$ .

Nel caso della carta si considera anche la lunghezza di strappamento. Vale a dire dato il valore del punto di strappamento, calcolare dal peso per  $\text{m}^2$ , la lunghezza in km. del foglio, il quale se si sospendesse si trapperebbe per il suo peso.

L'importanza del valore della resistenza alla trazione è fondamentale nella costruzione degli aereoplani, delle antenne e torri metalliche esposte all'azione del vento, nella costruzione dell'acciaio per l'agganciamento dei vagoni ferroviari, per i cavi sottomarini e aerei di conduttura elettrica, per i cavi di rimorchio, per la fabbricazione delle reti da pesca di alto mare, la costruzione di vele da velieri, la resistenza delle eliche, ecc. Inoltre nella graduazione dei fili di lana, cotone, seta, ecc., per tessere e per cucire, nella preparazione della carta per tappezzerie murali, tele impermeabili per tende militari; nella fabbricazione delle pellicole cinematografiche; nella formazione degli avvolgimenti del filo per trasformatori elettrici,

dinamo elettriche ecc.; nella costruzione del cemento armato, delle catene per ponti sospesi o girevoli, lavori portuari, funicolari, funivie, teleferiche, ascensori, giostre, altalene; nella preparazione dei così detti tapis-roulants per trasporto di materiali e persone, ed infine rifinimenti di cuoio, cinghie, strin-ghe, congegni di trasmissione del moto.

Diamo a completamento dell'indagine sulla resistenza, una tabella dei *coefficienti* di resistenza dei materiali (pag. 56).

\* \* \*

*Duttilità.* — Essa è quella proprietà per cui un corpo lo si può ridurre in fili; tanto più il corpo è duttile e tanto più da esso si possono avere dei fili sottilissimi.

Si potrebbe fare dei metalli una scala della duttilità ponendo in testa il metallo più duttile che è il platino, con cui si possono avere fili così sottili da esser necessario il microscopio per discernarli.

La finezza di un filo unita alla resistenza giova per la fabbricazione degli stacci, i quali si distinguono fra loro secondo il numero delle maglie per  $\text{cm}^2$ , dal quale dipende la numerazione che porta ogni staccio.

Per i fili di lana, seta, cotone, lino ecc. usati per fare tessuti, oltre alla resistenza, importa conoscere la variazione della grossezza, la quale dipende dal sistema della lavorazione e dalla quale dipendono i difetti del tessuto. A questo scopo sono stati ideati ingegnosissimi apparecchi di misura e di controllo.

\* \* \*

*Malleabilità* per la quale, specialmente i metalli, possono essere ridotti in fogli. — Una applicazione importante di questa proprietà è la preparazione di fogli sottilissimi dello spessore di frazioni di millesimi di milligrammo di alcuni metalli e specialmente d'oro e d'alluminio, che ha dato origine all'arte del *Battiloro*.

Il « battiloro », come lo indica il nome stesso, è l'artefice e l'arte sua è quella di ridurre in fogli sottilissimi e leggeri

**Coefficienti di resistenza dei Materiali (Kg. per mm.<sup>2</sup> di serv.)**

MATERIALI	Modulo di Elasticità Medio E	Carico di Rottura R		Carico al limite di Elasticità T	Coefficienti di resistenza o carico di sicurezza K	
		Traz.	Compr.		Macch.	Costruz.
Ferro saldato . . .	20000	30-36	28-30	16-20	9	8-10
» omogeneo . . .	20000	35-45	28-30	18-24	9-12	8-10
Acciaio dolce . . .	22000	40-60	< 80	25-35	12-15	13-20
» al nichel . . .	22000	110-50	< 80	30-50	20 ÷ 25	18-24
Acciai speciali al cromo, silicio ecc. . .	—	90-180	—	60-120	15-30	—
Filo di ferro . . .	20000	45-60	—	24-30	15 ÷ 20	15-30
» di acciaio . . .	24000	75-200	—	40-50	18-30	24-30
Ghisa . . . . .	10000	10-15	60-80	{ traz. 6 compr. 15	{ traz. 3 compr. 9	{ traz. 2 compr. 5
Rame in getti . . .	11000	15-15	40	—	—	—
» in lastre . . .	11000	20-25	40-50	traz. 10	3-5	—
» in filo . . .	13000	40-60	—	» 13	4-6	—
Alluminio in lastre	7000	10-12	—	—	—	—
Ottone in getti . . .	6500	12-15	50	» 5	1-5	—
» in lastre . . .	10000	20-25	70-90	» 10	3-5	—
» in filo . . .	10000	35-80	—	» 12	4-6	—
Bronzo in getti . . .	7000	15-25	50	» 6-10	2-3	—
» fosforoso . . .	9800	30-40	—	» 13-5	7	—
Piombo . . . . .	2000	3,5	5	» 1	—	compr. 1
Zinco in lastre . . .	9500	16	—	» 2,5	—	—
Stagno . . . . .	4000	3-4	11	» 0,5	—	—
Cuoio . . . . .	10-20	3-5	—	» 1,5	0,25	—
Legname forte lungo le fibre . . .	1200	8-9	4-5	{ traz. 2,5 compr. 2,2	0,6	{ traz. 1 compr. 0,6
Legname dolce lungo le fibre . . .	1000	7-8	3-4	{ traz. 2,2 compr. 1,6	0,4	{ traz. 0,6 compr. 0,4
Legname trasversalmente alle fibre . . .	150	1-2	2,5	—	—	—
Corda di canape . . .	150	6-8	—	2	0,6-1	1
Granito e gneiss . . .	—	0,4	3-5	—	—	0,3-0,5
Pietre calcari . . .	—	0,3	2-4	—	—	0,25
Marmi . . . . .	—	0,3	3-4	—	—	0,25
Arenarie . . . . .	—	0,2	2-4	—	—	0,2
Puddinghe . . . . .	—	0,1	2,2-3,5	—	—	0,15
Mattoni a mano . . .	—	0,1	1,5-2,5	—	—	0,06
» a macchina . . .	—	—	25-3	—	—	0,07
Malta di calce . . .	—	0,2	1,5-2	—	—	0,2
» di pozzolana . . .	—	0,15	0,6-5	—	—	0,1
Cemento . . . . .	—	0,1	1-3	—	—	0,2-0,3
Calcestruzzo . . . .	2000	0,1	0,5-2	—	—	0,1-0,2
Muri . . . . .	—	—	—	—	—	0,04-0,05
Vetro . . . . .	8000	3	15	—	—	2

l'oro. Questi fogli servono poi a rivestire legno, carta, porcellana, metalli, ed anche alla decorazione edilizia.

Però siccome parecchi altri metalli si possono pure convertire in fogli, così l'arte del battiloro si applica anche all'argento, al rame, allo stagno, al piombo, allo zinco, all'alluminio ecc.

I processi usati per ottenere, mediante diverse battiture, in fogli sottilissimi l'oro sono i medesimi anche per gli altri metalli.

Numero della rete francese	Numero delle maglie per cm.	Numero delle maglie per cm <sup>2</sup>	Groschezza dei fili in 1/10 di mm.
4	1,4	2	—
6	2,2	5	—
8	2,9	8	—
10	3,57	14	—
15	5,6	31	—
20	7,4	53	—
26	9,6	93	4,20
30	11,1	123	3,35
35	12,9	166	2,80
40	14,8	219	2,50
45	16,7	280	2,20
50	18,5	342	2,00
55	20,3	412	1,80
60	22,2	493	1,87
65	24,0	576	1,55
70	25,9	671	1,43
75	27,8	773	1,34
80	29,6	876	1,25
90	33,3	1109	1,11
100	37,0	1369	—
110	40,7	1600	1,00
120	44,4	1970	0,90
130	48,1	2310	—
140	51,8	2685	—
240	88,6	7840	—

L'arte del battiloro, che finora ha fatto pochissimi progressi nei suoi metodi di battitura, è un'arte ben più antica di quel che si possa a prima vista supporre.

Omero stesso nella sua *Iliade* lascia intravedere l'esistenza

di quest'arte; della quale poi abbiamo non dubbi segni che avessero conoscenza gli Egiziani dei primi tempi: poichè le casse ove racchiudevano i loro morti sono all'interno dorate da foglietti d'oro, e pare che per ottenere quei fogli sottili, oltre alla battitura, ricorressero anche alla laminatura, poichè sul petto delle mummie si son trovate lastre d'oro, le quali, ben esaminate, palesarono la loro provenienza dal laminatoio.

Anche ai Romani era nota l'arte del battiloro. Ma non sapevano fabbricare fogli così sottili come si fabbricano oggi: tanto è vero che Plinio ci dice come da un'oncia d'oro (che nel nostro peso vale gr. 27,266) ottenevano appena dai 500 ai 600 fogli quadrati che misuravano otto centimetri di lato.

L'oro per essere ridotto in fogli sottilissimi, occorre che sia allo stato puro, allora si possono ottenere fogli anche di  $\frac{1}{15.000}$  di millimetro di spessore.

L'oro in lega con altri metalli perde la proprietà di essere malleabile.

Le operazioni da eseguirsi nell'arte del battiloro sono quattro: la fusione, la laminatura, le battiture (che sono in numero di 5), l'impacchettatura. Ciò che interessa qui mettere in rilievo è la *battitura*, o meglio le battiture.

*1<sup>a</sup> battitura.* — Dalla verga d'oro che laminata riuscì lunga in proporzione del suo volume, si ottengono mediante taglio con forbici comuni ma forti, tanti pezzi uguali che variano da 6 a 9 centimetri secondo la volontà dell'artefice. Questi pezzi sono dal battiloro chiamati *quarti*. I quarti ottenuti si pongono l'uno sopra l'altro, e così ammassati s'introducono per un capo in una morsetta.

L'operaio, tenendo bene in mano la morsetta sopra una incudine batte sulle laminette a colpi uguali con un martello. Questo martello pesa 2 kg., è di acciaio, con un lungo manico di legno, e si adopera battendo dalla parte della penna, ricorrendo solo alla bocca se per caso si volesse raddrizzare qualche lastra. I colpi vengono dati paralleli ed uguali finchè le lastre che erano larghe 3 centimetri raggiungano una larghezza di 6 o 9 centimetri, cosicchè si ottengono tanti quadrati di 6 o 9 centimetri di lato e con uno spessore di  $\frac{1}{2}$  millimetro.

I quarti ridotti in quadrati mediante la penna del mar-

tello, portano le impronte dei colpi ricevuti. Per farle scomparire si battono con la bocca del martello, alternandovi fogli di cartapeccora, e poi si mettono ancora al fuoco, così si rendono ben tersi e lucenti. La prima battitura che riduce le laminette o quarti in quadratura, l'operazione del loro spianamento e della loro pulitura importano per lo più un tempo di tre ore.

*II<sup>a</sup> battitura.* — Si tagliano colle forbici i quarti ottenuti, in quattro parti uguali ciascuno e con questi si forma un pacco nel modo seguente. Si prendono due fogli di pergamena forte, tagliati in quadrati che abbiano 12 centimetri di lato, poi venti fogli di pergamena più sottile della stessa dimensione, indi un quarto, poi due fogli della seconda qualità di pergamena, poi un secondo quarto, altri due fogli di pergamena, un terzo quarto e via di seguito, sino all'ultimo quarto, dopo il quale si mettono venti fogli di pergamena sottile e due di pergamena forte, ed in tal modo si finisce di formare il pacco. Questo pacco viene fasciato con una pergamena composta di due o tre liste sovrapposte le une alle altre.

Il pacco così involuppato non può più esser messo nè uscire dall'involucro. Tutti i fogli di pergamena forte, ed i fogli sottili che precedono e seguono il pacco dei quarti vengono chiamati *guardie* del pacco o *riempiture*. Queste riempiture o guardie servono appunto a proteggere i primi quarti dell'azione immediata dei colpi di martello.

Il pacco formato nel modo descritto, per essere battuto è posto sopra un dado di marmo, circondato all'ingiro, da tre parti con un orlo di tavole sporgenti per non lasciare sfuggire le piccole particelle d'oro che durante la battitura possono andar via dal pacco.

Al quarto lato è solidamente attaccata una pelle conciata che l'operaio si attacca al corpo a guisa di grembiule, ed in questo riceve anche le piccolissime particelle d'oro. La battitura sul blocco di marmo si eseguisce con un martello, fatto come un tronco di cono, a due bocche, del peso dai sei ai sette chilogrammi a lungo manico. L'operaio opera dalla bocca più grande che è liscia, circolare, leggermente convessa e con un diametro di 13 cm. Il pacco vien battuto, guidandolo con la mano, dal centro alla circonferenza, e la battitura si fa in

modo che i quarti ricevano tutti un medesimo numero di colpi colla medesima intensità di percussione. Questa battitura richiede sempre circa mezz'ora di tempo.

Durante questo tempo l'operaio deve di quando in quando scomporre il pacchetto, togliendolo dalle sue fodere, ed esaminare lo stato dei quarti poichè questi non si stendono tutti ugualmente; alcuni si sono stesi solo su una parte dei fogli di pergamena, altri li ricoprono per intero, ed alcuni infine, oltre a coprire interamente i fogli, sono in eccedenza di superficie. Allora l'operaio toglie questi fogli e se si vuole anche quelli che occupavano interamente i fogli di pergamena, ed al loro posto si mettono altrettanti fogli di pergamena, affinchè il pacchetto sia sempre completo e continua la battitura fino a che tutti i quarti rimasti abbiano raggiunto le dimensioni del foglio di pergamena che li separa. A questo punto l'operaio cessa di battere, toglie le fasce, toglie le guardie, e con una pinzetta leva via i fogli d'oro battuto e li depone su un guancialetto di pelle imbottito da peluria, onde renderlo elastico.

La pinzetta di cui si serve il battiloro per togliere i quarti del pacco è costituita da due asticelle di ebano finissime lunghe circa 30 cm. e larghe 6 mm., unite tra loro fortemente da una parte con un pezzo di legno. Le due estremità libere delle asticelle sono tagliate ad unghia e sono ancora più sottili dell'asticella stessa, si prestano quindi molto convenientemente a sollevare i fogli d'oro che hanno uno spessore piccolissimo.

*III<sup>o</sup> battitura.* — I quarti deposti sul guancialetto vengono divisi in quattro parti uguali mediante una lama d'acciaio. Con i nuovi quarti si forma un pacco, usando però fogli di una sostanza detta *pelle divina*, che non è altro che una pellicola fatta con budello di bue, in luogo dei fogli di pergamena che s'intercalavano precedentemente tra i quarti.

I fogli di pelle divina sono più elastici e più resistenti della pergamena, ed hanno la stessa dimensione di quelli. Prima di essere adoperati vengono sottoposti ad un *pressoio* a caldo, per togliere l'umidità.

Tolti dalla pressa, i fogli vengono spolverati con scagliola ridotta in polvere impalpabile. Questa operazione viene fatta per rendere asciutti completamente i fogli del pacco ed evitare l'aderenza da parte dell'oro ai fogli di pelle detti stampi.



Per tener fermi gli stampi che racchiudono i quarti si usa una tanaglia di ferro, fatta come una forbice.

Le due parti che nelle forbici funzionerebbero da coltelli, sono piatte e servono a tener fermi gli stampi da riempire. Disposti così gli stampi l'operaio forma il pacchetto nel seguente modo: due fogli di pergamena, 12 fogli pelle divina, un quarto, un foglio di pelle divina, un quarto, altro foglio di pelle divina, altro quarto e così di seguito finchè avrà collocati nel pacchetto tutti i quarti; per terminare il pacco si completa con 12 fogli di pelle divina e due di pergamena; poi mette tutto in due fasce di pergamena.

Il pacchetto così formato vien posto su un dado di marmo e vien battuto col solito martello per circa un'ora e mezzo. Durante la battitura le fasce devono essere tolte diverse volte e mutare i posti ai quarti, cioè porre sotto o sopra gli interni e quelli di sopra e sotto porli nel mezzo, e ciò vien fatto per ottenerli allargati con uniformità. La battitura finisce quando i quarti sopravanzano dagli orli degli stampi.

*IV<sup>a</sup> battitura.* — Il battiloro toglie le fodere che chiudono il pacchetto e con le pinzette solleva i quarti e li porta sul guancialetto di pelle di vitello. Ogni quarto viene ancora tagliato in quattro parti uguali e si ripete l'operazione della battitura come per quella precedente; l'operazione della quarta battitura dura circa due ore. Dopo di che (*V<sup>a</sup> battitura*) si scompone il libretto con le pinze si tolgono i quarti che sono già diventati molto sottili, e si pongono sul guancialetto di pelle di vitello e si dividono ancora in 4 parti uguali ciascuno con due lame di coltello affilatissime fissate a croce su una tavoletta, per scuotere il meno possibile i foglietti d'oro. Così si ottengono altri quarti. Si formano altri libretti con fogli finissimi di pelle divina e contenenti ciascun libretto 1200 quarti muniti delle rispettive guardie. A questi libretti si dà il nome di *cumulo*. Nella battitura del cumulo, avendo i quarti raggiunto un bel grado di sottigliezza, l'operazione è molto più difficile e delicata, i colpi del martello devono essere precisi e costanti, e l'operaio facendo muovere il pacco dal centro alla periferia usa tutte le cure possibili onde evitare le scosse.

Questa battitura richiede un tempo non inferiore alle 5 ore. Inoltre come nelle precedenti, anche in questa si deve

disfare diverse volte il pacco, toglierlo dalle fasce per trasportare nel mezzo quei quarti che sono agli estremi e viceversa.

L'operazione sarà finita quando tutti i quarti si mostreranno fuori da tutti gli orli degli stampi. Questa è l'ultima battitura, per la quale i fogli di oro hanno uno spessore di  $\frac{1}{8000}$  di millimetro ed i fogli hanno un bel colore verde mare per trasparenza.

Con lo stesso sistema si può raggiungere lo spessore di  $\frac{1}{15000}$  di millimetro ma nella loro applicazione sono poco resistenti.

Soltanto con la possibilità di ottenere fogli d'oro così sottili è stato possibile lo sviluppo della doratura per sovrapposizione diretta, delle scritte su le pelli dei libri legati, delle verniciature potendosi così impiegare quantità minime di oro su vaste superfici.

Gli altri metalli che hanno estese applicazioni per la loro riduzione in fogli sottili sono l'alluminio come ricoprente di prodotti medicinali (pillole) e alimentari (confetti) e per l'avvolgimento del tabacco (sigarette) e per vernici per metalli; lo stagno per l'avvolgimento della cioccolata, del thè, e in generale delle sostanze organiche alimentari conservate; l'argento pure si vende in fogli sottilissimi per l'argentatura (prima della scoperta dell'alluminio si usava l'argento per ricoprire pillole, confetti e dolciumi in genere).

Ci siamo indugiati nella descrizione del « battiloro » poiché quest'arte, oggi, con lo sviluppo sempre crescente dell'uso dei fogli metallici finissimi va assumendo le proporzioni di una industria, che richiederà mezzi sempre più efficaci di produzione e di rendimento.

### III.

## LE PROPRIETÀ ORGANOLETTICHE

---

### 1. - Vista e udito.

SOMMARIO. - Considerazioni generali sulle proprietà organolettiche - L'occhio come organo di percezione dei colori - Le onde luminose - Luci colorate - I colori - I coloranti - Colorimetri - Colori inorganici e organici - Colori considerati innocui per le sostanze alimentari - Il suono e la sua percezione - Rumori-avviso - Standardizzazione di essi - L'arte e la merceologia - Fotonografi e Radio.

Le *proprietà organolettiche* sono quelle proprietà dei corpi che vengono percepite dai nostri sensi. Questi sono dei sistemi organici periferici che ricevono le impressioni del mondo esteriore e le trasmettono al sistema nervoso centrale, il quale analizza le impressioni separandole, e creando così i cinque sensi: la vista che si percepisce attraverso l'occhio; l'udito per mezzo dell'orecchio; l'odorato per mezzo degli organi specifici che hanno sede nelle fosse nasali; il gusto per mezzo degli organi distribuiti nella lingua e nel palato; il tatto la cui sede è su tutta la nostra epidermide.

Di tutte queste percezioni soltanto quelle dovute all'occhio e all'orecchio sono d'indole prettamente fisica, poichè l'odorato e il gusto dipendono da azioni di natura piuttosto chimica che avvengono sulle mucose nasali e della lingua, e il tatto è un insieme di tante percezioni a reattività complessa come quella del contatto, della forma, del peso, del ruvido o del vellutato, del caldo o del freddo; poichè sembra dimostrato che le diverse percezioni hanno sede in papille differenti, comprese quelle che percepiscono il caldo e il freddo.

Per quanto sensibili e affinati, i nostri organi sensorî sono imperfetti e non potremo mai riferirci con essi a delle misurazioni rigorose, anzi, qualche volta, i nostri giudizi possono diventare contraddittori.

Basterebbe ricorrere alla esperienza molto semplice di porre una mano nell'acqua fredda e l'altra nella calda, e poi tutt'e due nella tiepida, perchè con una mano si giudicherebbe questa fredda e con l'altra viceversa calda.

Per questa ragione volendo dare alle proprietà organolettiche un valore che non sia soltanto soggettivo dobbiamo ricorrere a strumenti che rendono in qualche modo l'osservazione oggettiva o per lo meno l'errore diventa trascurabile negli effetti pratici.

Per ben comprendere la proprietà organolettica dovuta al *colore*, ricordiamo brevemente la correlazione fra l'energia raggiante e l'energia luminosa, che ne è una manifestazione quando la frequenza delle vibrazioni elettro-magnetiche raggiunge il limite compreso fra 400.000 miliardi e 1 milione di miliardi di vibrazioni (1).

Basta dare un'occhiata al grafico della pagina seguente, per capire quanto ristretto sia lo spazio delle vibrazioni percepibili dal nostro occhio sotto forma di luminosità distribuite dal rosso che si inizia con circa 400.000 miliardi di vibrazioni, al violetto con circa 1 milione di miliardi. Ora tutte quelle condizioni energetiche, che possono in qualche modo determinare delle vibrazioni elettro-magnetiche, con un numero compreso nei limiti sopra descritti potranno essere sede di una sorgente luminosa, che va dal rosso al violetto, e se queste sono emesse contemporaneamente producono la luce bianca.

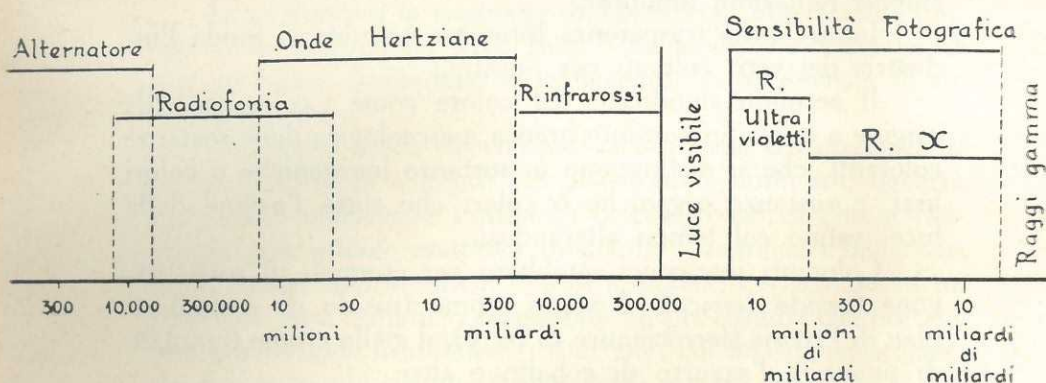
Una delle condizioni energetiche più comuni che possono destare il campo luminoso è il calore, dalla intensità del quale si possono raggiungere temperature elevate da produrre verso i 1000° il rosso vivo, e oltre 1600° la luce bianca. Questa proprietà è di somma importanza nella industria della illuminazione ad incandescenza.

---

(1) Dividendo questo numero per 1000 si hanno i così detti « chilocicli ».

Per analizzare la temperatura di una sorgente luminosa esistono degli apparecchi assai semplici detti *pirometri ottici*, costituiti da un vetro color viola gradualmente più intenso e dalla sparizione del colore della sorgente luminosa attraverso a questo vetro si misura la temperatura.

Da ogni corpo emanano delle radiazioni e se noi non ce ne accorgiamo dipende che il nostro organismo è un apparecchio troppo poco sensibile o non ha sufficienti dispositivi di percezione.



Abbiamo tuttavia degli apparecchi per mezzo dei quali anche radiazioni infinitesime possiamo trasformarle amplificandole in forme percepibili in modo da studiarne le proprietà. Basta pensare che è possibile percepire il calore di una fiamma di candela posta a 10 km. di distanza !

E per mezzo delle reazioni chimiche destinate dalle radiazioni ultra-violetti possiamo percepire il campo di queste radiazioni per uno spazio dieci volte maggiore di quello dato dalle radiazioni luminose.

Ed ora veniamo al concetto di *colore*. Esso comprende: 1° una luce colorata, 2° una sostanza colorante, 3° una sostanza colorata.

La luce colorata dà origine a tutte le molteplici specie di illuminazione dalla luce ad incandescenza di una lampada ad arco alla luce scialba della lampada a mercurio, passando per tutta la gamma dei colori da quella rossa per le camere fotografiche, a quelle multicolori delle luci per réclames ottiche,

e per insegne luminose, e per le proiezioni colorate per gli effetti scenici nei teatri.

Con questa rassegna abbiamo già un'idea dell'importanza della luce colorata nell'industria delle varie specie delle lampade elettriche, dei tubi a neon, dei vetri fluorescenti a diversa costituzione chimica, dei vetri o mezzi trasparenti colorati, per le proiezioni luminose ottenendo gli effetti i più sorprendenti dalla razionale addizione dei singoli mezzi trasparenti colorati per ottenere gli effetti dovuti, alla interferenza delle singole radiazioni luminose.

Inoltre sulla trasparenza luminosa colorata si fonda l'industria dei vetri colorati per finestre.

Il secondo significato del colore come « colorante » dà origine a quella importante branca merceologica delle sostanze coloranti, che si distinguono in sostanze inorganiche o colori fissi, e sostanze organiche o colori che sotto l'azione della luce, vanno col tempo alterandosi.

Coloranti inorganici sarebbero per esempio, il rosso vagoni (ossido ferrico), il verde cromo (ossido di cromo), il bleu di Prussia (ferrocianuro di ferro), il giallo cromo (cromato di piombo), l'azzurro di cobalto e altri.

Ancora più numerosa è la serie dei coloranti organici tratti dal mondo organico vegetale, come l'indaco e l'alizarina che ora si preparano anche sinteticamente, o dal mondo animale come il rosso delle cocciniglie.

Finalmente il terzo significato che diamo al colore, è quello dovuto alle sostanze colorate, le quali sono tali per la riflessione della luce da cui sono illuminate. Si capisce da ciò che un colore non è tale che per le radiazioni da esso rinviate quando sia colpito da un raggio luminoso. Generalmente noi commisuriamo i colori sotto l'azione della luce bianca e perciò diciamo che una tale o tal'altra sostanza è rossa o verde, o gialla, come se lo fosse in senso assoluto, poichè sottintendiamo sotto l'azione della luce del giorno. Sappiamo però che ben diverso aspetto possono assumere i colori se essi vengono illuminati da luci artificiali, come per esempio dalla lampada a mercurio (luce Wood).

In ogni modo l'occhio è un apparecchio assai sensibile quantunque imperfetto analizzatore se si trattasse di distin-

guere le diverse radiazioni di cui è composta una sorgente colorata. Sappiamo che se disponiamo successivamente la serie dei colori che costituiscono la luce solare e con una sottile fessura analizziamo i singoli campi dello spettro, l'occhio percepisce ben 150 gradazioni di colore puro.

Ma fra due verdi, per esempio l'uno di colore puro e l'altro costituito dai due colori complementari giallo e bleu, non si può distinguere con l'occhio quale sia il puro e quale sia il composto.

Ecco dunque la necessità di apparecchi analizzatori fondati sulla dispersione della luce e sulla velocità variabile di essa in mezzi disperdenti e rifrangenti, come avviene in un prisma di vetro.

Ma anche senza ricorrere all'analisi della costituzione del colore, che si fa soltanto per le sorgenti luminose, occorre più spesso investigare l'intensità di due colori, il che si raggiunge con grande esattezza mediante i *colorimetri* nella così detta analisi colorimetrica. Questi apparecchi si basano su un principio assai semplice: consistono in due cilindri che portano una graduazione in millimetri o in  $\text{cm}^3$ , col fondo piano; guardandoli entrambi con un cannocchiale, si può vedere se le due soluzioni sono colorate della stessa intensità, oppure se una è più intensa dell'altra. L'analisi si applica a colorazioni non troppo concentrate con esattezza fino alla terza cifra decimale.

Nel caso di colorazioni molto sensibili come, per esempio, per la determinazione delle acidità dei terreni, si usano altri apparecchi detti *nefelometri*, comparatori che si valgono dell'ausilio degli indicatori.

Sulla storia dei colori si può dire che fino alla metà del secolo scorso l'industria delle sostanze coloranti era limitata ai colori naturali, sia tratti dal regno minerale specialmente per la pittura, le tappezzerie, i mosaici, i vetri, gli smalti, quanto dal regno organico, vegetale e animale per la colorazione dei tessuti.

Fu per merito specialmente di Hofmann che dal 1860 prende inizio la fabbricazione dei colori artificiali, detti  *sintetici*, le cui fabbriche sorsero da principio in Francia e in Inghilterra ed ebbero, in seguito, il maggior sviluppo in Germania.

La ragione di ciò deve trovarsi nella legislazione industriale in quanto che, mentre in Francia e in Inghilterra si concedeva il brevetto sulla materia colorante, in Germania si concessero i brevetti sul processo di fabbricazione. Cosicchè in Francia e in Inghilterra l'industria rimase stazionaria e si sviluppò grandemente in Germania con la produzione di una vera moltitudine di colori, contro i quali non potè competere la concorrenza estera. In quanto che la grande varietà di colore produsse una straordinaria possibilità di scelta verso il colore più adatto, per la stabilità, per i vari tipi di tessuti, per la resistenza ai lavaggi, al calore, alla luce, senza contare la maggior semplicità di applicazione al tessuto.

Difatti perchè una sostanza sia un « colorante » è necessario che essa abbia il requisito di fissarsi sulla fibra in modo stabile, e sia possibile darlo alla fibra in forma solubile e facilmente trasformabile in forma fissa.

Diverso poi è il modo di comportarsi della lana, della seta, del cotone verso i medesimi colori, e per ciò la scelta del colore va fatta in relazione al tessuto e al metodo di applicazione.

Fare qui un elenco di tutti i colori inorganici e organici, ci condurrebbe fuori dai nostri limiti di studio; diremo soltanto che dopo lo sviluppo della sintesi dei colori organici, l'industria di quelli naturali è andata scemando d'importanza. Resta tuttavia di qualche vantaggio l'industria del legno rosso o legno del Brasile, quella del Campeggio o legno bleu, quella dell'oricello, che fu usato in tintoria la prima volta a Firenze verso il 1300, quella del legno Cachou (colore bruno usato per le pelli), quella del legno Orlean (rosso arancio), quella degli addomi della cocciniglia (porpora) usato per le sostanze alimentari specialmente per i liquori.

I coloranti, infine, vanno considerati come le materie prime per le sostanze colorate, ed è sufficiente ricordare le svariate qualità di stoffe che vengono messe in commercio, e così pure le carte colorate per album, da lettere, da ornamento, da tappezzerie, l'uso dei coloranti nella tricromia, nella stampa di oleografie, insegne, rèclames, bandiere ecc., per comprendere quale straordinario capitolo merceologico costituiscono i colori e le sostanze coloranti.



Poi, dal punto di vista chimico, i colori hanno una grande importanza sia per il riconoscimento delle varietà merceologiche, come vini, zuccheri, caffè, grani ecc., sia per la purezza di determinate sostanze, per esempio farine e sostanze alimentari in genere specialmente riguardo il loro stato di conservazione.

Il legislatore spesse volte si è preoccupato dell'uso dei colori nella fabbricazione delle sostanze alimentari e ne ha disciplinato l'impiego. Così il R. Decreto 7 gennaio 1923, n. 76 che qui riportiamo:

« Sono ritenuti nocivi e quindi vietati:

a) Tutti i coloranti organici artificiali, eccetto i seguenti:

- 1° *giallo naftolo S* (giallo acido, citromina A);
- 2° *crisoidina*, cloridrato di diaminoazobenzolo;
- 3° *bordeaux B* (rosso solido B);
- 4° *ponceau 2 R* (rosso xilidina, ponceau, xilidina);
- 5° *ponceau 3 R* (ponceau cumidina, rosso cumidina);
- 6° *rosso scarlatto Vittoria* (ponceau 4 R, scarlatto Vittoria 4 R extra);
- 7° *eritrosina* (pirosina, iodocosina);
- 8° *eosina* (eosina solubile in acqua);
- 9° *flossina*, di cloro-tetra-bromo-fluorescina;
- 10° *bleu anilina* (bleu genziana, bleu opale, bleu solubile all'alcool);
- 11° *bleu solubile all'acqua*;
- 12° *verde luce* (verde acido S.O.F., verde luce S, verde luce giallastro);
- 13° *verde malachite* (verde nuovo, verde vittoria, verde stabile, verde diamante, verde benzoile);
- 14° *violetto metile* (metilvioletto, violetto di Parigi);
- 15° *carminio d'indaco* (indigotindisolfonato sodico).

b) Tutti i coloranti naturali eccetto i seguenti:

- 1° i colori di frutta, radici, alimentari e le lacche di alluminio che si ottengono da detti coloranti;
- 2° zafferano;
- 3° curcuma;

- 4° clorofilla;
- 5° indaco, anche sintetico;
- 6° cocciniglia e rosso di cocciniglia;
- 7° caramello;
- 8° nero fumo.

c) Coloranti sia organici che inorganici i quali contengano: arsenico, antimonio, bario, cadmio, cromo, mercurio, piombo, rame, stagno, zinco, uranio e i derivati del cianogeno.

\* \* \*

L'altra proprietà organolettica di natura fisica è il *suono*, percepito dall'organo dell'udito, l'orecchio.

Questa proprietà non ha che un valore qualitativo e selettivo dal punto di vista merceologico. Sappiamo tutti che per distinguere una moneta vera da una falsa, la si batte sul tavolo o sulla pietra per udirne la risonanza; per scegliere i mattoni cotti bene da quelli poco o troppo cotti si battono con un martelletto o con un colpo delle dita e dal suono che se ne trae si può giudicare della scelta. Così dal suono che produce un bicchiere di vetro o una tazza di porcellana, o le stoviglie in genere, quando vengono picchiettate leggermente si giudica e si sceglie quella più omogenea, meglio riuscita, più fine.

Anche le qualità di legno, dal più tenero al più compatto, dal legno stagionato a quello fresco possono essere giudicate dai pratici dal suono che risponde ai colpi di martello.

Sappiamo pure che pieghettando ad arte le stoffe e stirandole si produce un suono, dalla natura del quale si ha un criterio sulla resistenza, sull'appretto e sulla qualità del tessuto.

Ma lo sviluppo della tecnica meccanica moderna ha creato una quantità di casi in cui i rumori o i suoni sono elementi di giudizio per la scelta di un oggetto, di uno strumento, di un meccanismo. Basta accennare ai claxon degli autoveicoli, dal suono dei quali distinguiamo se l'auto è quella dei pom-

pieri, della misericordia, oppure è un camion, una motocicletta ecc.; basta accennare alla qualità del suono delle sirene che richiamano gli operai, al fischio delle vaporiere o degli elettromotori, a quello dei piroscafi, per avere un'idea della importanza di quegli apparecchi nella loro scelta ed applicazione ed anche la convenienza di un'organizzazione che disciplini l'applicazione di questi apparecchi nei singoli usi, onde si va delineando la necessità di una standardizzazione dei rumori avviso.

La tecnica di fabbricazione di questi strumenti si è andata, con lo sviluppo della meccanica, gradatamente affermandosi nel campo economico.

Qualsiasi espressione artistica non è mai stata oggetto di considerazione merceologica; l'oggetto d'arte rientra nell'ordine dei fenomeni psichici e spirituali. Eppure non c'è nessuno che non veda la straordinaria importanza economica che può determinare l'arte, intesa come espressione estetica del sentimento umano.

Un celebre violinista può essere centro di spostamento di tanta ricchezza, come un celebre quadro. Ma se facciamo un momento astrazione dal sentimento umano che sublima e nobilita, tanto che parlare di commercio nell'arte diventa una profanazione di essa, se trascuriamo, cioè, la commozione che ci desta l'audizione di un artista di violino, di piano, di canto, o la visione di un quadro di Raffaello, e vogliamo essere sinceri sul fattore economico a cui oggi, non una volta, conduce l'oggetto d'arte, potremo pure parlare di scambio economico anche in questo campo. Poichè senza voler toccare l'opera d'arte che è un'unità individuale, espressione pura di sentimento e comunione spirituale esaltata nella sublimazione artistica, noi vogliamo alludere ai mezzi meccanici di trasmissione di questi sentimenti, che sono diventati merce, e merce più diffusa di molte altre; poichè non c'è casa oggi che non abbia un grammofono o una radio, dal giocattolo per i bimbi al mobile di lusso. Questi apparecchi se sono i traduttori delle opere d'arte non hanno niente a che vedere con l'arte, anzi può darsi che diventino i mezzi più efficaci per distruggere o per lo meno avvilitare l'arte.

Noi andiamo alle audizioni fonografiche o radiofoniche

non per sentire un concerto, ma per sentire il fonografo o la radio e scegliere l'apparecchio più armonico. Nei salotti, mentre funziona la radio che trasmette forse una magnifica suonata di Beethoven, si prende il thè e si chiacchiera, così la copia dell'opera d'arte si spande per l'aria diventando un accompagnamento alle conversazioni, accompagnamento che diventa qualche volta insopportabile, nella trasfigurazione dell'apparato trasmittente.

Queste trasmissioni d'arte sonora sono le copie come quelle dei quadri o delle statuette che diventano oggetto, puro e semplice, di scambio merceologico.

Comunque abbiamo voluto accennare a quale impulso tecnico (e non c'è forse tecnica costruttiva più delicata) ha dato lo sviluppo dell'arte dei suoni nello scambio economico, dei mezzi di propagazione di essi dai centri di produzione ai centri, mi sia concessa l'espressione, di consumo.

Il fonografo ha dato sviluppo all'industria dell'ebanite, della bakelite, della galatite, dell'acciaio; la radio è specialmente importante nell'industria del tungsteno, del nikel, dell'alluminio, del vetro per lampade; ed il problema della ricerca delle sostanze più adatte alla produzione della sensibilità, del tono, dell'amplificazione del suono, è sempre vivo. Ed oggi con l'applicazione della musica elettrica, e degli strumenti elettrici potrà effettuarsi una rivoluzione economica in questo campo, come l'hanno già dato i sistemi delle films sonore con la soppressione delle numerose orchestre del cinematografo.

In ogni modo il suono è una di quelle proprietà che pur essendo rigorosamente di natura fisica, non trova, agli effetti della scelta di trasmissione di esso, uno strumento di precisione, come i colorimetri per i colori, ma è rimasto una proprietà soggettiva, e il timbro, la tonalità, la pastosità e la finezza sono percepite e graduate dalla sensibilità del nostro apparecchio uditivo, quantunque, ora, l'elettromusica potrà darci una selezione rigorosa e minuta dei suoni.

## 2. - Olfatto, gusto, tatto.

SOMMARIO. - L'olfatto quale fattore di scelta e apprezzamento - Sensibilità agli odori - Limiti di percezione - L'olfatto nelle industrie alimentari e nelle industrie profumiere - Il gusto come eccitazione nervosa predisponente - Importanza nella preparazione degli alimenti, dei dolci e dei liquori - Tatto e contatto - La temperatura - Differenziazione nelle superfici, nel peso, nella forma, nello stato igrometrico - Forma e formato - lavorazione della carta, della latta, ecc. - Macroforme e microforme - Legge di Fechner sulle percettività organolettiche.

L'*olfatto* è una proprietà organolettica non meno importante delle altre nel giudicare, scegliere, ed apprezzare le diverse entità merceologiche.

Teoricamente non c'è sostanza e organismo che non abbia la sua manifestazione odorosa, e la percezione di essa dipende dalla volatilità delle particelle emesse dalla sostanza o dall'organismo, dalla temperatura e dalla sensibilità del nostro organo dell'olfatto. Anche l'olfatto è di una sensibilità straordinaria. Il prof. Valentin, fisiologo, ha constatato che  $\frac{1}{50}$  di milligramma di idrogeno forforato può bastare a produrre sensazione di odore. Così pure  $\frac{1}{2000}$  di milligramma di essenza di rosa basta per dare una leggera impressione sia pure di breve durata (1).

Secondo I. Passy per un litro di aria occorrono, per essere percettibili, le seguenti minime quantità espresse in milionesimi di grammo:

canfora 5;  
etere 1;  
citrolo (essenza di verveina) 0,5 a 0,1;  
eliotropina (aldeide piperonilica) 0,1 a 0,05;  
vanillina 0,005 a 0,0005;  
muschio naturale 0,0001;  
muschio artificiale trinitrobutiltoluene 0,000001.

---

(1) ROMEGIALLI F. A., *Trattato di Merceologia* (Paravia).

Noi sappiamo che vi sono degli odori per i quali manifestiamo una specie di idiosincrasia, sia di decisa ripugnanza con effetti fisiologici rimarchevoli, sia di preferenza per l'eccitazione che da essi si determinano in noi.

Anche per l'olfatto non abbiamo strumenti di misura, ma l'abilità o meglio la sensibilità dipende dalla pratica.

La varietà degli odori è così molteplice, l'interferenza di essi è così forte, che furono anche scritti trattati in proposito, facendo un parallelo fra le vibrazioni sonore sull'udito, e le vibrazioni odorose sull'olfatto, cosicchè ad ogni odore corrisponderebbe una nota od un accordo, secondo che si tratta di nota semplice o armonica. E come vi sono le stonature e le armonie nei suoni, così si potrebbero trovare le corrispondenze nelle stonature e armonie degli odori.

Ma, astruendo da queste teorie, è certo che l'olfatto è di grande aiuto nel riconoscere un numero straordinario di sostanze e nel distinguerle fra loro.

Basterà accennare alla grande importanza che ha l'odore sull'industria delle sostanze alimentari. L'odore è elemento di giudizio assai più che la vista, infatti carni che all'aspetto si presentano bellissime e fresche, all'odore possono retrocedere nel nostro giudizio. Ciò sia detto soprattutto per quelle carni che facilmente si alterano e danno origine a sostanze volatili ammoniacali, piridiniche e aminiche, come la carne del pesce. Si può dire che non vi sia sostanza alimentare che non sia sottoposta all'olfatto prima dell'acquisto di essa, o prima dell'ingestione specialmente se all'aspetto e al tatto cominci ad esser sospetta.

Nel campo chimico l'odore è una guida alle volte sicurissima per dirigere le operazioni analitiche, per provocare reazioni in un senso piuttosto che in un altro, per controllare l'eguaglianza di due prodotti, e alle volte si ricorre esclusivamente a questo per apprezzare una differenza di quantità percentuali. Non per nulla si dice « un buon naso chimico » racchiudendo in questa espressione tutto l'insieme dell'abilità di un chimico nella dosatura delle sostanze.

Vi sono così certi pratici del vino, che lo analizzano all'odore, con maggior sicurezza di qualche enologo; e difatti la sensibilità delle reazioni chimiche spesso non raggiunge la sensibilità delle reazioni olfattive. Non c'è reazione chimica

che scopra la muffa, lo spunto, l'inacidimento del vino, specialmente se questi processi sono al loro inizio.

Vi sono, anzi, degli individui così specializzati che diventano dei veri e propri consulenti nelle contrattazioni, specialmente nei piccoli mercati cittadini o provinciali.

Così dicasi degli olii, dei formaggi, delle conserve, insomma di ogni prodotto organico in genere, il quale nell'alterarsi produca sostanze odorose, dalla presenza delle quali si può giudicare dello stato di conservazione o di alterazione del prodotto.

Anche per gli organismi viventi l'odore ha grande importanza. Ben conosce il pratico, l'odore che si crea nell'ambiente durante la coltivazione del baco da seta, se una parte dei bachi dovessero ammalarsi.

Nella ricerca di un'erba medicinale l'odore è pure di grande aiuto, e ben sappiamo utilizzare l'acuta sensibilità olfattiva dei cani nel cercare, per esempio, i tartufi, quando non siano essi addestrati nella soddisfazione sportiva della ricerca della selvaggina, oppure impiegati nella ricerca dei delinquenti.

Ben conosciamo la gradevole percezione durante una passeggiata in un viale di tigli o di acacie in fiore, oppure il diverso odore nell'ambiente di un ospedale, di una scuola, di un teatro, di un ritrovo elegante.

Tutto ciò sia detto per far comprendere la grandiosa molteplicità delle percezioni olfattive e per spiegare la straordinaria varietà dei profumi, che dà origine all'industria di essi, industria che crea uno dei rami più importanti della merceologia.

Anche per i profumi, come per i colori, si distinguono quelli naturali da quelli sintetici, profumi fondamentali e profumi composti.

L'industria dei profumi naturali è un'industria completamente diversa da quella dei profumi sintetici, e in questi ultimi tempi, specialmente, si è stabilita una concorrenza economica fra la preparazione dei profumi naturali e la preparazione dei profumi sintetici.

L'industria profumiera non si è accontentata della estrazione o della riproduzione dei profumi che ci sono offerti dalla natura attraverso alla molteplicità dei fiori, ma con una miscela di più profumi, diversamente dosati e scelti, va di-

ventando una vera e propria arte; si possono così creare profumi di percezioni perfettamente nuove a cui l'industria ha dato i nomi più strani per lusingarne l'acquisto e con opportune réclame lanciare il prodotto sul mercato mondano per creare una specie di moda del profumo, come la moda dell'abbigliamento.

\* \* \*

Lasciando in disparte il *gusto* come organo che insieme all'olfatto è indispensabile alla eccitazione nervosa necessaria, perchè la digestione, e quindi il ricambio, si effettui efficacemente, ma considerandolo come mezzo analitico, e come sorgente della industria delle sostanze alimentari, esso acquista un'importanza non minore degli altri organi nella considerazione merceologica.

L'industria delle sostanze alimentari che vanno dai cibi assolutamente e strettamente necessari, a quelli accessori e a quelli voluttuari ha creato una scelta di sostanze ed una organizzazione di mezzi di provvista che forse supera ogni altra industria. Anche per il fatto che l'alimento è il prodotto di assoluta e prima necessità per l'uomo, su di esso quasi sempre gravano le tassazioni fiscali più forti. È sufficiente per questo, pensare ai monopoli, ai dazî doganali, a quelli di consumo ecc.

Considerando il gusto come fattore analitico, anche in questo caso non abbiamo strumenti di misura che rendano oggettivo il giudizio, ma la scelta e la decisione dipendono dalla lunga pratica e dalla sensibilità del degustatore.

In ogni modo è conosciuto come molti sensali scelgono il vino « alla beva », l'olio alla degustazione; i formaggi vengono graduati nelle loro età oltre che alla risonanza delle forme, anche alla degustazione, per conoscere specialmente il grado di fermentazione subita. Non c'è rivenditore di carni insaccate che presentando il prodotto per invogliare all'acquisto, non faccia assaggiare, ad esempio, una piccola quantità di prosciutto, dal sapore del quale si giudica dell'origine, della lavorazione e della conservazione.



Davanti ad un prodotto nuovo e sconosciuto la diffidenza ci consiglia sempre alla degustazione in piccolo, prima di decidersi alla masticazione.

Il gusto, dunque, è un fattore analitico di indiscussa importanza.

I prodotti alimentari si distinguono in naturali e manufatti. Per quelli naturali la preferenza viene data a quelli che sollecitano più piacevolmente il nostro gusto. Per quelli manufatti si può stabilire una serie di categorie a seconda che si tratta di sostanze, per così dire, culinarie, o di prodotti di pasticceria, o di liquori. Dai prodotti culinari d'indole generale come il pane, si può passare alle singole preparazioni culinarie speciali, delle minestre, dei piatti di carne e degli erbaggi. E sappiamo inoltre che come esiste il pane toscano, veneto, piemontese, ecc. c'è pure la cucina toscana, veneta, bolognese, ecc. per passare alla cucina internazionale dei grandi alberghi. E questo crearsi dell'industria culinaria è basato sul senso del gusto in relazione al valore alimentare. Il gusto ha creato l'industria della pasticceria, e sappiamo bene scegliere il negozio che crea il prodotto più gradito e insieme più economico. Pensiamo a quante pasticcerie esistono in una sola città, pensiamo alle fabbriche di dolci, biscotti, cioccolata, confetti, caramelle per avere un'idea del movimento economico che può dare il senso del gusto, poichè i dolci in genere rientrano, è vero, nell'ordine degli alimenti, ma sono pure da considerarsi come sollecitazioni più forti del nostro gusto. Non per nulla la varietà dei sapori è così forte come, ad esempio, nelle caramelle, dove il gusto prevale sulla forma, al contrario dei confetti, dove la forma prevale sul gusto. Non meno grande è l'industria dei liquori, dove il bisogno di creare il sapore più gradito ha raggiunto l'altezza di una vera e propria arte. E difatti il creare delle sensazioni gustative nuove e gradevoli determina quell'insieme di operazioni che fanno una vera classificazione dei cuochi e dei pasticceri.

È sufficiente l'esempio del cioccolato costituito dalle fondamentali sostanze: zucchero e cacao. La bontà di esso dipende fondamentalmente dallo zucchero e dalla qualità del cacao, dalla sua tostatura e digrassamento, ma più specialmente dalla

lavorazione dei prodotti miscelati in modo così omogeneo da non dover sentire nella miscela nè il sapore dello zucchero, nè quello del cacao; oltre a ciò s'intende che la bontà di un cioccolato deriva dalle sostanze aromatiche o riempitive aggiunte.

\* \* \*

Il senso del *tatto* non è semplice; esso si manifesta attraverso a numerose percezioni, come, per esempio, quella del *contatto* da cui si determina una quantità di sensazioni non ben definite e variabili con la sensibilità, da individuo a individuo; quella della *superficie* (dalla liscia alla rugosa); quella della *forma*, del *peso*, della *resistenza*, della *friabilità*, dello stato *igrometrico*, del *caldo*, del *freddo*, del *tiepido*; percezioni in ogni modo sempre soggettive sulla cui misura possiamo, alle volte, esser tratti in inganno, dipendendo esse dallo stato generale e particolare della nostra epidermide.

Potremo far risaltare che è la percezione del tatto che ci guida nella scelta dell'abbigliamento, e sappiamo come certe epidermidi non possano tollerare la lana, o la seta, o il cotone. Così ben diverso è il senso che riceviamo entrando in un letto con le lenzuola di cotone, o di lana, o di lino.

Sappiamo quanto ci interessi avere mobili, pareti, pavimenti lisci e quali diverse percezioni ne riceviamo se queste superfici sono di pietra, di legno, di carta, di cuoio, di vetro, ecc. ecc.

Dalla percezione del peso giudichiamo dei due corpi a diverso peso specifico e bene spesso ricorriamo a questa percezione per differenziare qualità diverse di sostanze, come le palle da biliardo se sono di avorio o di altra composizione, un metallo dall'aspetto dell'oro, dall'oro vero, un minerale di mercurio e uno di bario, pesanti, da quelli di alluminio o di magnesio, leggeri; il legno pesante come l'ebano da quello leggero come il pioppo.

Anche notevole è la percezione dello stato igrometrico specialmente di una polvere stringendo la quale fra le mani possiamo giudicare di un più o un meno senza avere un cri-

terio sul valore assoluto quantitativo di umidità. Così, pure, dicasi della percezione del caldo e del freddo che dipende dalla temperatura dei corpi con cui veniamo a contatto.

Non meno importante di tutte queste percezioni è la forma dalla macroscopica alla microscopica.

Alla soggettività di queste percezioni facciamo seguire delle misurazioni rigorose per ciò che riguarda le superfici, con le misure di lunghezza e di larghezza, aggiungendo la profondità o l'altezza per le forme geometriche. Il peso si stabilisce con l'unità di misura che è il grammo e con una moltitudine di apparecchi, dalla classica bilancia a braccia uguali, alla stadera e alle molteplici forme delle bilance moderne a molla, con tutte le varietà riguardo alla grandezza in relazione alla sensibilità.

Questa parte riflette il capitolo importantissimo della merceologia che riguarda i pesi e le misure.

Abbiamo già visto sul significato del peso specifico e dei mezzi di determinarlo (vedi pag. 38 e segg.).

Quanto alla percezione del caldo e del freddo essa diventa oggettiva con la misura della temperatura per mezzo dei molteplici termometri come quelli a gas, a liquidi, i metallici fondati sulla dilatazione cubica o sulla formazione di correnti elettriche.

È tutta una categoria di strumenti dai più semplici e grossolani ai più delicati e rigorosi dotati di sensibilità estreme, come quelli per uso medico. E quando si tratti di misurare temperature elevate questi termometri assumono il nome di *pirometri*, tanto necessari per la sorveglianza delle temperature dei forni. Uno dei pirometri più usati è quello di Le-Chatelier fondato sul seguente principio: si uniscono due fili di metalli diversi, come platino e platino iridiato e si scaldano nella saldatura, si produce, allora, una corrente elettrica che viene raccolta da un galvanometro graduato in modo da indicare direttamente le temperature. Con questo strumento si può arrivare fino a 1600°.

E se si considera la scala delle temperature che varia entro limiti larghissimi, come appare dal seguente prospetto, si può comprendere quanto grande sia l'importanza di questa

parte merceologica che tratta della fabbricazione degli strumenti termici di misura:

— 272° Fusione dell'Elio	1100° Rosso bianco
— 190° Aria liquida	1600° Fiamma ossidrica
0° Fusione del ghiaccio	2400° Lampada ad incandescenza
+ 37° Temperatura umana	3600° Forno elettrico
100° Ebollizione dell'acqua	5700° Temperatura del sole
520° Rosso scuro	

La percezione del caldo e del freddo ha dato origine anche all'industria del riscaldamento degli ambienti durante la stagione invernale e ai sistemi di refrigeramento degli ambienti nella stagione calda.

Accenneremo alle stufe di materiale refrattario e di ghisa, ai caloriferi ad aria, ai termosifoni, alle stufe elettriche, insieme ai ventilatori per avere una idea di questa branca merceologica, quando a questa categoria non si voglia aggiungere i parapioggia, i parasoli, i cappelli a casco, e pure i vestiti, le pellicce ecc.

\* \* \*

Quanto riguarda alla forma essa ha assunto e va assumendo una importanza sempre maggiore nella tecnologia merceologica, nella organizzazione dei trasporti, nella classificazione delle merci, e nella loro differenziazione e nelle loro applicazioni.

Dobbiamo distinguere le forme naturali da quelle artificiali.

Ogni organismo vivente sia vegetale che animale, raggiunge nel suo ciclo vitale una forma che è caratteristica dell'organismo e che si ripete nei prodotti di esso, e nella struttura cellulare. Basta pensare che ogni pianta ed ogni animale hanno un loro aspetto particolare tanto che ogni individuo trova il suo posto nella scala delle classificazioni (sistematica). Ma anche la struttura dei molteplici organi è diversa come diversi ne sono i loro prodotti di elaborazione. Così la forma

di una pera è diversa da quella di una mela, di una pesca, albicocca ecc.

Le singole parti di un organismo sono di forme tipicamente diverse, poichè il cuore, il fegato ecc. dei diversi animali hanno uno sviluppo e una struttura d'insieme diversa. Oltre a ciò anche la struttura microscopica è diversa.

E dicasi altrettanto dei prodotti naturali inorganici con le innumerevoli forme di combinazioni dei cristalli, e con le microstrutture delle polveri che a parità di grandezza microscopica hanno strutture superficiali assai diverse, perchè possono essere lamellari, rugose, irregolari, aghiformi, tondeggianti ecc.

Dal punto di vista merceologico lo studio della forma e della struttura microscopica è di aiuto essenziale e decisivo di giudizio e di scelta, e di valorizzazione economica. La forma diventa carattere distintivo per l'analista, il tecnologo, il doganiere, ed è un coefficiente utilitario per l'impresе dei trasporti, il magazziniere, il commerciante.

Ma nello sviluppo della tecnologia meccanica e negli scambi commerciali importa ciò che diremo « il formato » o la forma dovuta alla lavorazione. Noi qui distingueremo le forme standardizzate e le forme libere. Le forme standardizzate sono assai importanti nella applicazione meccanica. Queste forme vanno diventando internazionali, come il passo della vite delle lampade elettriche, le prese di corrente, le ruote e le diverse parti dell'automobile, ecc., tanto che basta ordinare il pezzo di quel determinato meccanismo per essere sicuri di poterlo utilizzare. Questa condizione si ripercuote sulla industria delle costruzioni di macchine e sulla organizzazione delle forme più adatte agli usi correnti.

Impianti elettrici, fabbricazione di automobili, di orologi, di meccanismi in genere dalle serrature ai giocattoli, tutti hanno la loro ragion d'essere per ciò che riguarda la limitazione della forma e la standardizzazione di essa.

Con pari interesse interviene la forma sul commercio delle stoffe e della carta.

Tanto le stoffe che la carta escono dalla fabbrica in pezzi o in rotoli e se la lunghezza non ha importanza che sul peso del blocco, ha molta importanza l'altezza o larghezza per le future operazioni di taglio negli impieghi successivi.

Difatti ogni stoffa è contrassegnata dall'altezza onde potersi regolare nell'acquisto del numero dei metri per la confezione di abiti.

Per la carta ridotta in fogli si danno sempre la larghezza e l'altezza e quantunque possa sembrare che una certa libertà ed arbitrio regni nelle dimensioni della carta, pure per determinati usi negli enti pubblici si delinea una standardizzazione.

Già l'Ostwald fin dal 1911 aveva lanciato l'idea specialmente per la carta da lettere di fissare come misura della carta da presentare in commercio, un formato, noto con il nome di « Weltformat » (formato mondiale) o come potremo oggi dire *normale*. Questo formato corrisponderebbe alle dimensioni  $1 \times 1,41$  (e più rigorosamente  $1 \times \sqrt{2}$ ) da cui si possono far derivare tutti gli altri formati:

I.  $1 \times 1,41$ ; II.  $2 \times 1,41$ ; III.  $2,83 \times 2$  ecc.

Più recentemente il Pöschl avrebbe proposto di prendere come unità di misura il metro quadro costituito da cm.  $841 \times 1189$ , e col moltiplicare o dividere per 2, per 4, ecc. queste dimensioni si otterrebbe il formato standardizzato con il nome di « Dinoform ».

Da noi si distingue all'ingrosso la carta col nome di carta da scrivere per gli uffici pubblici, carta da registro, carta per atti pubblici, carta da lettere, carta da stampa, carta da involti.

Facciamo qui seguire alcuni formati della carta:  
Per la carta da scrivere abbiamo:

Formato protocollo	$31 \times 48$ ;
» rispetto	$33 \times 44$ ;
» olandese	$38 \times 88$ ;
» notarile	$27 \times 37$ .

Per la carta da registro:

Formato Stato	$39 \times 51$ ;
» imperiale	$60 \times 80$ ;
» elefante	$66 \times 96$ .

Per la carta da lettere:

Formato ottavina	12,5 × 21;
» sestina	10 × 27,5;
» quartina	21 × 27;
» olandina	25 × 38.

Per la carta da stampa:

Quadrupla notarile	58 × 78;
» protocollo	64 × 88;
Elefante	70 × 100;
»	78 × 108.

Per la carta da involti:

Formato elefante camosciata	61,5 × 97,5;
» imperiale	» 62 × 85

ecc. ecc.

Certo che assai più comodo sarebbe fissare un tipo fondamentale da cui far derivare gli altri contrassegnati con un numero come si fa generalmente per le carte da filtro le quali in genere hanno forma di quadrato.

L'importanza della forma nella carta non solo si ripercuote sulla formazione dei registri, dei quaderni, dei libri, ma anche degli inserti e specialmente nel formato delle buste delle lettere e nella timbratura di queste per la trasmissione della corrispondenza.

Una standardizzazione esiste già per le cartoline postali e illustrate ed altrettanto si dovrebbe fare per le lettere e per i manoscritti. Come abbiamo già detto, in Germania si è tentato di fissare delle norme precise in proposito, norme che dovrebbero essere prese in considerazione agli effetti non solo delle scritture ma anche delle corrispondenze e dei trasporti. E la forma interessa precisamente l'utilizzazione dello spazio nel magazzinaggio, nell'impacchettatura, nel trasporto e nelle diverse specie di applicazione tecnica dove forma e spazio richiedono la maggior reciproca utilizzazione.

Così, ad esempio, l'industria della lavorazione della latta nella fabbricazione dello scatolame offre un caso caratteristico

dell'importanza della forma sia della materia prima quanto del manufatto.

Basti considerare che la latta in fogli costa attualmente L. 250 al quintale, e i ritagli vengono a L. 15 al quintale, per capire quanto debba essere necessario dal punto di vista economico produrre la minor quantità di ritagli, cioè utilizzare sul taglio dei fogli di latta la maggior superficie da tradurre in scatola. Dal punto di vista tecnico la forma cilindrica delle scatole è quella che con la minor superficie presenta la maggior capacità, e fra le forme quadrangolari la maggior capacità in relazione al volume è presentata dalla forma cubica.

La forma cilindrica presenta anche maggior vantaggi per il riempimento, l'apertura e lo svuotamento. A questa forma si ricorre quasi sempre per le conserve alimentari, anche perchè la chiusura è più facile a compiersi con l'aggraffatura e la stagnatura.

Le forme quadrangolari si prestano meglio per l'imballaggio e queste forme si usano specialmente per i liquidi, anche perchè più estetiche. Comunque sia, dato che alle volte si richiede la scatola completamente litografata, per semplificare il lavoro di stampa si cerca che tanto la fascia, i fondi e i coperchi che costituiscono il corpo della scatola siano ricavati da un medesimo foglio. Per ciò si presenta questo problema: dato un foglio di latta costruire uno o più solidi geometrici in modo da utilizzare completamente la superficie.

Le fabbriche di latta come quelle inglesi, che sono quelle le quali tengono il mercato mondiale, vendono dei fogli che hanno le seguenti dimensioni in pollici  $14 \times 20$  (cm.  $35 \times 50,8$ ). Tenuto conto delle dimensioni delle superfici della scatola si può stabilire una serie di equazioni per le quali la superficie totale della scatola o di  $n$  scatole sia pari all'area  $14 \times 20$  pollici. Il risultato di questo calcolo facilita anche il compito della preparazione degli stampi con i quali i pezzi vengono intagliati dalla scatola. In questo modo si viene a standardizzare non solo il formato della scatola agli effetti dell'uso di essa, ma anche le forme delle superfici da litografare e gli stampi in ferro con i quali si ritagliano i fogli. Il lavoro dello stampatore litografico può precedere col lavoro di ritaglio.

Ciò che si è detto per la latta si può ripetere per le scatole



di cartone, per la lavorazione della carta nella confezionatura delle buste da lettere e dei registri cercando in ogni caso di ridurre al minimo la produzione dei cascami. Come precisamente i sarti e i calzolai cercano di tagliare un abito o una scarpa nella minor superficie possibile di stoffa o di cuoio.

Le diverse forme vengono generalmente fissate da una sigla, da un nome, da un numero, o da un motto, e ciò per comodità di ordinazione, di riconoscimento e di distribuzione nei vari reparti del magazzino e per brevità di ritrovamento.

Nelle microforme un aiuto grandissimo ci è offerto dal « microscopio ».

Abbiamo già accennato al microscopio come uno dei mezzi più importanti per la definizione delle microforme.

A parte il grande aiuto che questo apparecchio ha dato alla scienza, non minori aiuti dà all'analisi della struttura e della natura delle merci specialmente sulla loro origine organica.

Nell'industria delle carni il microscopio distingue istologicamente i vari pezzi anatomici, specialmente se si tratta di sofisticazioni per sostituzione di parti di maggior valore con altre di valore minore. Le carni avariate si identificano con la ricerca dei batteri patogeni come è nel caso del carbonchio, della tubercolosi, del mal rossino delle carni suine, del colera dei polli e la panicatura nelle carni insaccate.

Così la presenza di acari o di larve è rivelata anche con microscopi semplici.

Col microscopio, poi, si possono vedere le sofisticazioni praticate al latte, e quelle non meno comuni del burro. Importantissimo è il microscopio nello stabilire la natura di una farina, la presenza in essa di altre farine, di corpi estranei alla farina, l'aggiunta di sostanze inorganiche, ecc.

Le sofisticazioni del thè sono facilmente scoperte con l'osservazione microscopica delle foglioline, e si possono analizzare i lieviti nel loro valore fermentativo. Insomma qualsiasi specie di tessuto organico cellulare può essere anche col microscopio identificato, e con la pratica si può anche stabilire con molta approssimazione i quantitativi delle sostanze addizionate.

Il microscopio è indispensabile nello stabilire la struttura

degli elementi cellulari della lana, cotone, seta naturale o artificiale, le numerose specie di cellulosa che entrano nella fabbricazione della carta e con l'aiuto dell'ultra microscopio possiamo indagare la natura delle sostanze colloidali.

Col microscopio a riflessione studiamo, anche, la natura dei metalli e delle leghe metalliche (metallografia). Non vi è polvere a struttura cristallina che non ceda alla identificazione microscopica.

L'uso del microscopio richiede una tecnica speciale e una pratica notevole per non incorrere in errori e fraintenderne le osservazioni. Sono stati fatti dei preparati « campioni » che si trovano in commercio per uso di controllo analitico nel decidere di una struttura di determinate varietà merceologiche. Vi sono così albums di preparati microscopici appositamente compilati per i necessari confronti.

Ma sui singoli casi microscopici sarà detto trattando delle diverse classi di merci.

\* \* \*

Riassumendo quanto è stato detto delle proprietà organolettiche potremo concludere che esse costituiscono la guida nella scelta di determinati ordini di merci, guida che ci fa valorizzare un prodotto sopra un altro, e spinge il tecnico a perfezionare le qualità organolettiche dei prodotti finiti, colla ricerca più opportuna delle materie prime.

Le proprietà organolettiche producono nella vita individuale e sociale sempre maggiori sollecitazioni e soddisfazioni più elevate non solo dal punto di vista materiale ma anche dello spirito, nell'evolversi delle manifestazioni intellettuali e artistiche. Si potrebbe dire che le proprietà organolettiche costituiscono le condizioni iniziali d'entrata delle merci nella complessa organizzazione degli scambi commerciali ed economici.

Dal punto di vista economico può interessare tener conto della così detta « legge di Fechner ». Ogni nostra sensazione è dovuta ad uno stimolo esterno la cui intensità la indicheremo con  $i$ . Da questo stimolo esterno noi ne abbiamo una sensazione  $S$ , ma è necessario che l'intensità esterna raggiunga un

limite minimo  $i_0$ . L'aumento della sensazione  $S$  è proporzionata alla differenza  $i - i_0$  dello stimolo esterno per piccole variazioni di intensità. Ma se l'intensità dello stimolo esterno diventa molto forte, allora l'aumento di  $S$  segue un altro ordine di grandezza che si può rappresentare con l'espressione:

$$S = A \log \frac{i}{i_0}$$

dove  $A = S$  quando  $\log \frac{i}{i_0} = 1$ , cioè  $i = 10 i_0$  (prendendo i logaritmi a base 10).

Questo significa che per produrre sui nostri sensi una percezione doppia, la sorgente esterna deve avere un valore 10 volte maggiore della intensità iniziale, e per una percezione tripla, la intensità esterna deve essere 100 volte maggiore della intensità iniziale, ecc. Il che praticamente significa che l'organismo tende a ridurre la proprietà di recezione sensitiva degli organi in modo che qualsiasi altro aumento di eccitazione esterna è inutile.

Il consumare perciò energia per superare determinate sorgenti eccitatrici dei nostri sensi è perfettamente inutile, qualora anzi queste non divengano dannose, col deformare in modo perenne la struttura percettiva dei nostri sensi. Così se accendiamo di giorno una lampada ad arco di 1000 candele essa non aumenta la illuminazione di un ambiente che riceva la piena luce del sole.

Anche i difetti dei nostri organi dei sensi possono essere corretti, onde la formazione di strumenti necessari ai miopi, o ai presbiteri, che crea l'industria delle lenti. La sordità, purchè non sia assoluta, può essere corretta dalle trombe acustiche. Difficilmente si trova una sola persona che per tutta la vita non abbia bisogno di occhiali e perciò possiamo ben capire di quale importanza economica possa diventare l'industria delle lenti, quantunque questo genere d'industria sia limitata a pochissime officine.

---

## IV.

### PROPRIETÀ FISICHE MOLECOLARI E ATOMICHE

---

#### 1. - Proprietà termiche.

SOMMARIO. - Caloria - Calore specifico - Legge di Doulung e Petite - Conservazione del calore - Trasmissione per conduzione - Per convezione e per irraggiamento - Dilatometria - Dilatometri e manometri - Energia di volume e sue applicazioni - Cambiamenti di stato - Stato critico - Allotropico - Cristallino - Colloidale - Punti di fusione e di ebollizione - Soluzione - Curve di solubilità - Attrito interno e lubrificanti.

Il *calore*, oltre che come sorgente di energia di cui sarà trattato più avanti, è pure causa di modificazioni o di comportamenti particolari dei quali dobbiamo tener conto agli effetti degli usi e della valorizzazione delle diverse merci.

Ricordiamo che praticamente si chiama *caloria* la quantità di calore necessaria per aumentare di un grado di temperatura l'unità di peso dell'acqua. Piccola caloria se si tratta di un grammo, grande caloria se si tratta di un chilogramma.

Se invece di acqua prendiamo qualsiasi altra sostanza la quantità di calore espressa in caloria, necessaria per aumentare di un grado di temperatura l'unità di peso della sostanza chiamata *calore specifico*. Il calore specifico dei corpi è l'indice della quantità di calore che bisogna spendere per un corpo per portarlo ad una determinata temperatura.

Il calore specifico dei metalli è sempre molto inferiore a quello dell'acqua, ed esso calore specifico sta in relazione col peso atomico in quanto che secondo la legge di Dulong

e Petit, il prodotto del peso atomico per il calore specifico è eguale ad una costante che si aggira intorno a 6,4, onde:

$$\text{peso atomico} = \frac{6,4}{\text{cal. spec.}}$$

Nella seguente tabella sono riportati i calori specifici medi tra 0° e 100° di alcuni corpi:

Alluminio . . . . .	0.2164	Manganese . . . . .	0.1217
Antimonio . . . . .	0.0495	Mercurio . . . . .	0.0333
Argento . . . . .	0.0556	Nichel . . . . .	0.1090
Arsenico (amorfo) . . . . .	0.0758	Oro . . . . .	0.0311
Bismuto . . . . .	0.0308	Piombo . . . . .	0.0304
Calcio . . . . .	0.1704	Platino . . . . .	0.0322
Carbone di legna . . . . .	0.1935	Rame . . . . .	0.0932
Ferro . . . . .	0.1098	Stagno . . . . .	0.056
Iodio . . . . .	0.0541	Tallio . . . . .	0.0336
Magnesio . . . . .	0.2518	Zinco . . . . .	0.0929

Esempio: se si volesse portare a 100° un chilogrammo d'acqua occorre spendere 100 calorie (sempre supposto che non ci siano sperdimenti di calore); per portare a 100° un chilogrammo di carbone di legna occorre spendere circa la quinta parte del calore che si spende per l'acqua, precisamente calorie 0,193.

L'acqua dunque è, fra i corpi più usuali, quello che richiede la maggior quantità di calore per riscaldarsi, ma è anche fra i corpi che ne cede la maggior quantità nel raffreddarsi, e questa proprietà viene largamente usata nel riscaldamento con termosifoni a circolazione d'acqua.

La conoscenza del calore specifico importa specialmente nella scelta dei materiali per caldaie, per forni, e in generale in tutti quei casi in cui il calore somministrato ad un corpo si debba o si voglia conservarlo allo stato « latente » di utiliz-

zazione, come per l'idroterapia (o bagni caldi), per forni, per motori a vapore, essiccatori, ecc.

Ma forse più che il calore specifico, importa alle volte conoscere meglio la capacità di trasmissione del calore, precisamente in quei casi in cui il calore sviluppato debba essere trasmesso a distanza.

Sappiamo che il calore si trasmette per « conduzione » come avviene nei solidi che scaldati ad una estremità, il calore si propaga con maggiore o minore rapidità all'altra estremità. Si trasmette per « convezione » come avviene nei liquidi dove il calore è trasportato col movimento delle particelle liquide, come avviene nella trasmissione del calore per mezzo dell'acqua nei termosifoni.

E finalmente il calore si trasmette per « irraggiamento » come avviene per le stufe metalliche, per le stufe di refrattario, le stufe elettriche, il calore delle lampade elettriche, il calore solare.

Qualora due corpi cedano calore per irraggiamento ricevono entrambi del calore e dei due si riscalderà quello per il quale il guadagno supera la perdita. Di due corpi esposti alla stessa sorgente irradiatrice si porterà a più elevata temperatura quello che abbia il minore calorico specifico (cioè occorre minor calore per ogni grado di temperatura).

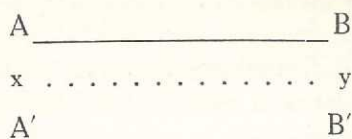
La conduzione del calore dei corpi solidi è studiata semplicemente ponendo sopra una superficie tenuta a temperatura costante un cono, col fondo chiuso da una membrana del corpo di cui si vuol conoscere il potere conduttivo, e dentro il cono si pone del mercurio in cui sta immerso un termometro.

Dal livello a cui giunge il termometro per le diverse sostanze con cui il cono è chiuso si deduce la capacità conduttrice dei corpi. I diversi tessuti così si possono classificare in ordine di conduttività decrescente: canapa, lino, cotone, lana, seta. Si può pure fare una classificazione della conducibilità dei legni, delle rocce, ecc.

Le unità che si assumono per queste conduttività sono: per il tempo l'ora, per la lunghezza il metro, per la superficie il  $m^2$  e per il calore la caloria.

Si immagini per es. un muro, un blocco di roccia, di

vetro, di metallo ecc., di un  $m^2$  di superficie e di un metro di altezza.



Il calore si propaga dalla faccia più calda  $AB$  a quella più fredda  $A'B'$ , attraverso alle sezioni intermedie di cui considereremo quella  $xy$ . Dopo l'inizio del riscaldamento si stabilisce il regime permanente con una differenza costante di temperatura fra la superficie  $AB$  e quella  $A'B'$ . Arrivati a questo punto è evidente che il calore che incide sulla superficie  $xy$  è eguale a quello che esce dalla medesima superficie, e così per tutte le superfici isoterme.

Orbene per coefficienti di conduttività si prende la quantità di calore che bisogna somministrare in un'ora alla superficie di un  $m^2$ , perchè la differenza di temperatura verso una sezione della medesima superficie alla distanza di un metro si mantenga di un grado. Così è stata possibile stabilire la tabella seguente:

Argento puro . . . . .	395
Rame ordinario . . . . .	295
Zinco . . . . .	110
Ottone . . . . .	50 90
Ferro a $0^{\circ}$ . . . . .	75
Ferro a $275^{\circ}$ . . . . .	45
Ferro (v. med. più us.) . . . . .	58
Stagno . . . . .	52
Piombo . . . . .	30
Mercurio . . . . .	53
Marmo a grana fissa . . . . .	3,5
Marmo a grana grossa . . . . .	2,8
Calcare . . . . .	2,1
Pietra calcare . . . . .	2,08 - 1,69
Terra cotta . . . . .	0,69 - 0,51
Mattoni . . . . .	0,70 - 0,50
Vetro (valor medio) . . . . .	0,72

Cemento impastato . . . . .	0,60 =
Legno (valor medio) . . . . .	0,15
Sughero . . . . .	0,14
Agglomerati di sughero . . . . .	0,06 - 0,04
Carbone di legna in polv. . . . .	0,08
Cok in polvere . . . . .	0,160
Carta . . . . .	0,11 - 0,05
Seta . . . . .	0,08
Feltro . . . . .	0,032
Bambagia . . . . .	0,05 - 0,04
Caucciù vulcanizzato e guttaperca	0,20 - 0,122
Sabbia quarzosa . . . . .	0,27
Sabbia fina . . . . .	0,047

Si capisce che per i buoni conduttori come i metalli, i quali trasmettono rapidamente il calore per poter mantenere costante il dislivello di temperatura nell'unità di tempo bisogna somministrare maggior quantità di calore. Per i così detti « coibenti », che ricevendo calore non lo trasmettono che lentamente, basta una quantità di calore assai più piccola.

La conoscenza del valore della conduttività dei corpi ha una grande importanza in tutti i casi che si voglia trasmettere a distanza rapidamente il calore, nel qual caso adopereremo i metalli; o nel caso che si voglia « conservare » il calore o il freddo.

Qui si apre dunque uno dei capitoli più importanti di merceologia per la ricerca e l'applicazione dei « coibenti », nella costruzione di tettoie, impiantiti, muri divisionali, cellule frigorifere, tubi di trasmissione dei liquidi refrigeranti, « ther-mos », cucine senza fuoco, ecc. E se si pensa di quale coefficiente economico sia il risparmiare energia termica, si ha un'idea della importanza della razionale applicazione di questi coibenti. E se si unisce questa conduzione termica con la trasmissione per convezione, dei gas e dei liquidi, si può ben comprendere l'importanza di questa proprietà fisica nella ricerca delle sostanze, le quali sono usate appunto allo scopo di utilizzare razionalmente l'energia termica, come avviene per i materiali per la conservazione del ghiaccio e del freddo: segatura di legno, paglia, carbone, magnesia in polvere, vetro



filato, farina fossile, amianto; con cui si rivestono gli impianti di motrici a vapore, le condutture del vapore per impedirne il raffreddamento, o i tubi dei frigoriferi per impedirne il riscaldamento. Se si pensa che oggi nel Nord Europa il riscaldamento degli edifici pubblici e privati viene effettuato con delle centrali idrotermiche, si capisce la grande importanza della applicazione dei materiali coibenti e trasmettitori del calore, specialmente dal lato economico.

**DILATOMETRIA.** — Col trasmettere o sottrarre temperatura ad un corpo non solo aumentiamo o diminuiamo la temperatura di esso, ma si produce una variazione di forma che può avere la sua importanza nel senso lineare o cubico (dilatazione lineare, dilatazione cubica). Può anche prodursi un arresto nella variazione di temperatura e avvenire allora una trasformazione nella struttura coesiva delle molecole ottenendosi reciprocamente lo stato solido, liquido, gassoso.

La conoscenza dei coefficienti di dilatazione lineare o cubica, e dei punti di trasformazione di stato può stabilire, nella scelta e nella applicazione delle merci, un criterio importantissimo di valorizzazione.

È noto che una variazione qualsiasi causata nella lunghezza e nel volume dei corpi possiamo rappresentarla con la formula generale:

$$L_t = L_o (1 + ct)$$

per le lunghezze, e con:

$$V_t = V_o (1 + \alpha t)$$

per i volumi;

$c$  è l'aumento di lunghezza dell'unità di misura per ogni grado di temperatura, coefficiente che per gli usi ordinari si può considerare costante fra  $0^\circ$  e  $100^\circ$ . Il coefficiente  $\alpha$  si può considerare come pari a  $3c$  per i corpi solidi. Per i liquidi può raggiungere valori assai notevoli e mentre ogni solido e ogni liquido ha un coefficiente di dilatazione da cui è caratterizzato, sappiamo che per i gas, il coefficiente  $\alpha$  è eguale per tutti ed è precisamente  $\frac{1}{273^\circ}$  del volume a  $0^\circ$  per ogni grado di temperatura centigrada.

Nella seguente tavola sono indicati i coefficienti di dilatazione lineare fra 0° e 100° di alcuni corpi.

Vetro bianco . . . . .	da	0,000007	a	0,000009
Flint glas . . . . .	»	0,000008	»	0,000009
Platino . . . . .	»	0,000008	»	0,000010
Ferro fuso . . . . .	»	0,000010	»	0,000011
Ferro . . . . .	»	0,000011	»	0,000014
Acciaio non temperato . . . . .	»	0,000011	»	0,000012
Acciaio temperato . . . . .	»	0,000012	»	0,000014
Oro . . . . .	»	0,000014	»	0,000015
Rame rosso . . . . .	»	0,000017	»	0,000018
Rame giallo . . . . .	»	0,000018	»	0,000021
Argento . . . . .	»	0,000019	»	0,000021
Saldatura (2 rame, 1 zinco) . . . . .	»	0,000020		
Stagno . . . . .	»	0,000019	»	0,000023
Alluminio . . . . .	»	0,000022		
Piombo . . . . .	»	0,000028	»	0,000029
Zinco . . . . .	»	0,000029	»	0,000034

Ecco anche alcuni coefficienti di dilatazione delle fibre del legno:

	PERPENDICOLARI	PARALLELI
Bosso . . . . .	0,0000614	0,0000257
Abete . . . . .	584	371
Quercia . . . . .	544	492
Mogano . . . . .	404	361
Pioppo . . . . .	365	385
Pino . . . . .	341	541
Castagno . . . . .	325	649

Sappiamo inoltre che se noi impediamo la dilatazione dei gas col mantenere costante la capacità del recipiente dove il gas è contenuto, si produce un aumento di pressione che è del medesimo ordine di grandezza dell'aumento di volume e precisamente la nuova pressione varia secondo l'espressione:

$$P_t = P_o (1 + \alpha t)$$

Gli strumenti di misura delle variazioni di lunghezza o di volume si chiamano *dilatometri*, e quelli che misurano la pressione si chiamano *manometri*.

La dilatomètria lineare e cubica dei solidi interessa più specialmente i materiali da costruzione esposti alle variazioni di temperatura. Basta pensare alle travi di legno che per effetto della temperatura possono subire delle deformazioni anche permanenti nelle diverse direzioni delle fibre, alle longarine che per il loro allungamento possono produrre dei cretti nei muri dove sono infisse, alle costruzioni in ferro che per la loro massa possono subire vistosi spostamenti come nelle costruzioni dei ponti, delle antenne, dei forni, delle catene di sostegno e di puntellamento delle verghe ferroviarie. Una verga di ferro della lunghezza di m. 10 e della sezione di cm<sup>2</sup> 15 può subire un allungamento di cm. 4,4 passando dalla temperatura da 0° a 300°.

Conoscere dunque il coefficiente di allungamento specialmente dei metalli è di grande importanza nella loro applicazione costruttiva, da quella edilizia a quella meccanica. Tale allungamento può far preferire un metallo all'altro, e indurre la creazione di nuove leghe metalliche o di acciai in modo da ricondurre il coefficiente di allungamento entro i limiti desiderati. Così non tutte le qualità di acciaio possono essere adatte per la costruzione in cemento armato.

Le parti metalliche a contatto con refrattari fortemente riscaldati, come avviene nei forni, devono potersi liberamente dilatare senza compromettere la struttura del forno. Questo avviene specialmente per la griglie dei cinerari, e per i fascioni di un alto forno.

Si utilizza in qualche caso la diversità dell'allungamento per ottenere delle compensazioni, come negli orologi a pendolo, per mantenere inalterata la lunghezza di questo col variare della sua temperatura. Si utilizza il fenomeno della dilatazione nella cerchiatura delle ruote di legno, e, alle volte, per creare voluti spostamenti di blocchi utilizzando l'enorme sviluppo di lavoro che si ottiene dalla contrazione per effetto del raffreddamento.

Si pensi che per la barra di ferro suaccennata se volessimo ottenere lo stesso effetto si dovrebbe esercitare una forza di 136412 kg.

In qualche caso l'aumento di temperatura può produrre invece una contrazione nel volume come avviene per le argille, dovuto in parte a perdita di acqua; come avviene nel caucciù, nella guttaperca, e in genere per le sostanze organiche. La dilatazione termica influisce nella intarsiatura e impiallacciatura del legno, ed ha creato l'industria dei legni compensati che tanto giovamento ha dato nella lavorazione del legno per mobili e impiantiti.

La stabilità al fuoco delle terrecotte, delle maioliche, delle porcellane, dei vetri dipende dalla loro struttura omogenea in relazione ai coefficienti di dilatazione. E ben conosciamo l'importanza di ciò per gli utensili da cucina e di laboratorio per i quali i valori dei coefficienti di dilatazione segnano la scelta specialmente del vetro e della porcellana, onde raggiungere la massima stabilità possibile alle brusche variazioni di temperatura. Si costruiscono ora crogioli di vetro che possono essere impunemente portati al calore rosso e raffreddati rapidamente senza rompersi; in modo particolare sotto questo punto di vista si comportano per resistenza gli oggetti di quarzo. Le saldature che occorrono fra vetro e vetro, fra vetro e porcellana, fra vetro e metalli si possono compiere con l'intervento di una terza sostanza (smalto) che partecipi della proprietà dilatometrica delle due sostanze che si vogliono saldare insieme.

La dilatomètria dei liquidi interessa specialmente la costruzione dei termometri, di cui abbiamo già detto, dei termoregolatori e dei pirometri a flessione metallica.

Sulla dilatomètria dei gas è fondata la tecnica delle alte e basse pressioni utilizzando quella energia che chiameremo « energia di volume ».

Nei riguardi dello studio delle variazioni di volume dello stato gassoso, è bene considerare un altro fatto che dipende dalla struttura gassosa. I corpi sono costituiti da tante piccole particelle dette *molecole*: la maggior parte dei fenomeni di natura termica dipendono dal numero di molecole contenuto in un determinato volume, il che costituisce quello che potrebbe chiamarsi densità *volumentrica molecolare*. La densità molecolare viene rappresentata con il numero di Lohschmit, (numero di molecole contenute in un  $\text{cm}^3$  a  $0^\circ$  e 760 mm.

di pressione atmosferica). Si chiama poi «numero di Avogadro» il numero di molecole che si trovano in litri 22,4.

Quando le molecole sono molto numerose potremo raggiungere delle condensazioni tali, sulla natura delle quali ancora non abbiamo nozioni precise, e questi condensamenti conducono allo stato liquido e solido.

Lo stato gassoso ha determinato, poi, molte e dirette applicazioni a seconda del numero delle molecole nella unità di volume. Sappiamo che la temperatura aumenta il volume; supponiamo, allora, di avere in un certo volume un milione di molecole, e scaldiamo: avverrà che il milione di molecole si trova ad occupare uno spazio maggiore, e quindi le molecole hanno più libertà di movimento.

Lo stesso otterremo se, viceversa, manteniamo costante la temperatura, e diminuiamo il numero delle molecole per unità di volume, allora quelle che rimangono, si muoveranno più liberamente.

Queste molecole sono dotate di movimenti che hanno una certa velocità, e la velocità di una molecola, libera, allo stato gassoso è di circa 1800 km. all'ora; però, siccome di queste molecole ce ne sono tante, lo spazio libero in cui una molecola può muoversi liberamente in tutte le direzioni è tanto minore quanto maggiore è il numero delle molecole. Da queste condizioni di contrazione del movimento delle molecole nascono molti fenomeni importanti che esamineremo.

Passando dalla dilatomètria causata dal calore a una dilatomètria causata da una diminuzione del numero delle molecole dobbiamo contrapporre un altro ordine di fenomeni.

Aumentare invece la pressione esterna di un gas che si trova in un determinato ambiente, vuol dire concentrare il numero delle molecole, cioè dare un minor numero di possibilità di movimento alle molecole stesse.

Facciamo qui seguire una tabella riassuntiva dei vari fenomeni di concentrazione dei gas a seconda delle diverse pressioni, in relazione, pure, alle varie applicazioni ottenibili:

Tutti quanti i fenomeni da noi riassunti nella tabella si possono riferire a ciò che noi possiamo chiamare *energia di volume*, che per ottenerla, o utilizzarla, è d'uopo consumare altre forme di energia contribuendo così fortemente agli effetti

Kg. per cm <sup>2</sup>	Colonna corrispondente di mercurio	Densità molecolare N. per cm <sup>3</sup>	Limite del percorso libero	Applicazioni
Pressioni elevate (massimo raggiunto)	30.000	24 Km.	10.000 miliardi di miliardi	<p>Utensili pneumatici. Industrie chimiche (Ammoniaca, azoto, ossigeno berginizzazione) Motori, Freni Lavori sott'acqua.</p> <p>Aria compressa</p>
Pressione atmosferica	1	76 cm.	1/10 di millesimo di millimetro.	<p>Posta pneumatica Aspira polvere. Evaporatori triplo effetto. Tubi luminescenti lampade elettriche.</p> <p>Aria rarefatta Vuoto pneumatico</p>
Inizio del vuoto molecolare Limite del vuoto molecolare	13-6 13-14	1 micron 1/10 di milionesimo di micron.	6 cm. 640 Km.	<p>Lampade raggi X</p> <p>Vuoto molecolare Lampade termoioniche</p>

economici delle sostanze o dei mezzi che direttamente o indirettamente sono indispensabili alla sua realizzazione.

*Cambiamenti di stato.* — Comunemente si considerano come cambiamenti di stato le trasformazioni dallo stato solido a quello liquido attraverso al punto di fusione, e dallo stato liquido a quello di vapore attraverso al punto di ebollizione. Viceversa dallo stato gassoso a quello liquido per il punto di liquefazione, e dallo stato liquido a solido per il punto di solidificazione. Non sempre i punti di fusione e solidificazione, di gassificazione e liquefazione coincidono fra loro, e perciò interessa alle volte studiarli separatamente.

Ma lo sviluppo di conoscenze che ci ha dato la chimica-fisica, ha ampliato il campo dello studio del cambiamento di stato estendendolo allo stato critico, a quello allotropico, allo stato colloidale e cristallino, e allo stato di soluzione. Lo studio delle condizioni di coesistenza e della reversibilità di trasformazione conduce a stabilire una somma di proprietà caratteristiche di cui molte volte si tien conto nella tecnica di lavorazione e nella valorizzazione di un prodotto.

Lo *stato critico* riguarda specialmente la tecnica della liquefazione dei gas, della loro conservazione e trasporto.

Lo *stato allotropico* riguarda l'impiego di determinati elementi, per esempio lo stagno che al di sotto dei 20° tende a trasformarsi in polvere (peste dello stagno).

Si dà la preferenza al fosforo rosso nella fabbricazione dei fiammiferi perchè è più stabile del fosforo giallo.

Si possono avere diverse qualità di ferro, alla temperatura ordinaria, poichè in esso vengono mantenute le proprietà delle forme allotropiche del ferro a temperatura elevata. E le forme allotropiche del ferro hanno molta importanza nella formazione degli acciai.

La formazione di determinati stati allotropici del carbonio adamantino, grafitico, amorfo, colloidale interessa la merceologia delle pietre preziose, i refrattari, i lubrificanti, le vernici resistenti al fuoco, gli inchiostri da stampa, i lapis, gli elettrodi per lampade ad arco e per forni.

Anche i diversi stati allotropici dello zolfo sono utilizzati nella pratica agricola come anticrittogamico, e nella tecnica della vulcanizzazione del caucciù.

I diversi stati allotropici favoriscono oppure possono ostacolare la velocità di reazioni chimiche, in quanto che delle diverse forme allotropiche quelle più instabili reagiscono assai più energicamente delle forme stabili.

Teniamo fin d'ora presente che le forme instabili occludono per unità di massa una maggiore concentrazione di energia di reazione.

La straordinaria varietà delle forme colloidali e delle loro molteplici attitudini a trasformarsi essendo le loro molecole composte di un numero rilevante di atomi, hanno creato una serie di industrie che dall'amido dalla cellulosa, dalle resine, dal caucciù, dalla silice, dalle soluzioni colloidali dei metalli, vanno alla creazione delle industrie della gomma, della colla, delle gelatine, delle vernici, dei refrattari, degli oli essiccativi, dei prodotti medicinali, dei colori, delle polveri decoloranti, deodoranti, assorbenti, attive, ecc.

Basterebbe accennare al grande sviluppo del caucciù, della nitrocellulosa, con i loro prodotti in ogni genere di articoli di gomma, e le varietà di seta artificiale, viscosa, pirossilina, celluloidine, cellulose, vernici alla nitro e acetil-cellulosa e i prodotti del cellofan, per capire quale straordinario capitolo merceologico può dare origine lo studio dello stato colloidale con le sue trasformazioni, considerate non solo dal punto di vista scientifico, ma anche dal punto di vista merceologico. E l'enorme importanza dello stato colloidale dipende dal particolare suo comportamento, entro i limiti più svariati e vasti, verso il calore, l'elettricità, il magnetismo, le trasformazioni chimiche, le condizioni biologiche ecc., cosicchè la merceologia potrebbe ben distinguersi in due capitoli fondamentali: prodotti cristallini e prodotti colloidali.

Le forme cristalline riguardano piuttosto la struttura del regno inorganico. Lo stato cristallino sembra quasi rappresentare uno stato di riposo della materia, verso cui tendono gli elementi nelle loro combinazioni. I cristalli sono, al contrario dei colloidali, buoni conduttori della elettricità, del calore e perciò non possono in nessun modo sostituire i colloidali nelle loro applicazioni.

Lo stato cristallino ha piuttosto importanza per gli oggetti di adornamento e di abbellimento, come avviene per le pietre



preziose. È noto poi, tanto per citare un comune esempio, come lo zucchero cristallino si presenti all'occhio preferibile allo zucchero pulverulento.

Ma dove assume una grande importanza lo stato cristallino, è nella separazione delle sostanze saline e nella loro identificazione. La chimica fa tesoro delle proprietà cristalline per il frazionamento dei sali. La scoperta delle così dette terre rare è dovuta ai processi di cristallizzazione frazionata. La preparazione del sale comune dall'acqua del mare, l'utilizzazione dei sali di Stassfurt, la preparazione del nitrato di sodio, la sua trasformazione in salnitro, la purificazione dei prodotti chimici « pro analisi », tutto ciò lo dobbiamo alla proprietà che ciascun prodotto chimico ha di cristallizzare in forme che siano particolari a quella sostanza, e perciò facilmente separabili, utilizzando l'altro cambiamento di stato che è la soluzione, col diverso grado di solubilità.

E non meno importante è il considerare lo stato cristallino e colloidale nelle loro trasformazioni reciproche pur mantenendo lo stato solido, per stabilire la resistenza, per esempio, di un cemento o di una lega i cui costituenti tendono col tempo a riassumere la forma cristallina che durante la trasformazione pirogenica avevano perduto. Così può avvenire, per esempio, per la silice, per i costituenti del vetro, per lo zolfo come costituente della gomma ecc. Noi vediamo quale straordinario interesse presenti la conoscenza di questi fenomeni, per la durata, la resistenza, la stabilità dei prodotti da cui dipende il valore commerciale di essi.

Riguardo alle misure rigorose, per lo stato critico si stabilisce la temperatura massima alla quale un gas con una conveniente pressione (pressione critica) può essere liquefatto; vedasi nella pagina appresso alcune delle più importanti temperature critiche.

Per lo stato allotropico si stabilisce il punto di trasformazione o temperatura alla quale le due forme tendono a coesistere. In generale questa trasformazione è accompagnata da variazione di volume e quindi di peso specifico, da emissione o assorbimento di energia calorifica.

Per lo stato cristallino conosciamo la distinzione dei vari sistemi, delle varie classi di cristalli del loro comportamento

Punti critici di diverse sostanze.

Sostanza	Temperatura centigrada	Pressione in atmosfere
Idrogeno $H_2$ . . . . .	— 234.5	20
Azoto N. . . . .	— 146	35
Ossido di carbonio CO . . . . .	— 141	35.9
Argo . . . . .	— 121	50.6
Ossigeno $O_2$ . . . . .	— 118	50
Biossido d'azoto . . . . .	— 93.5	71.2
Metano $CH_4$ . . . . .	— 99.5	50
Etilene $C_2C_4$ . . . . .	+ 15.1	51
Anidride carbonica $CO_2$ . . . . .	30.9	72
Ossido nitroso $N_2O$ . . . . .	36.4	73.1
Acetilene $C_2H_2$ . . . . .	37	68
Acido cloridrico HCL . . . . .	52.3	86
Acido solfidrico $H_2S$ . . . . .	100.2	92
Cianogeno $C_2N_2$ . . . . .	124	61.7
Ammoniaca $H_3N$ . . . . .	130	115
Cloro $Cl_2$ . . . . .	146	93.5
Anidride solforosa $SO_2$ . . . . .	155.4	78.9
Cloruro d'etile $C_2H_5Cl$ . . . . .	182.6	52.6
Formiato d'etile $CHO-O-C_2H_5$ . . . . .	230	48.7
Acet. d'etile $C_3H_5O-O-C_2H_5$ . . . . .	239.8	42.6
Alcool metilico $CH_4O$ . . . . .	232.76	72.85
Alcool etilico $C_2H_6O$ . . . . .	235.5	67.1
Cloroformio $CHCl_3$ . . . . .	260	54.9
Solfuro di carbonio $CS_2$ . . . . .	273.5	72.87
Cloruro di carbonio $CCl_4$ . . . . .	277.7	58.1
Benzolo $C_6H_6$ . . . . .	291.7	60.5
Acqua $H_2O$ . . . . .	364.3	194.6

alla luce diretta o polarizzata, e con opportuni apparecchi ottici (goniometri) si stabiliscono con tutta esattezza la direzione delle faccie, gli angoli diedri, e le leggi che regolano gli assi ottici, i piani di simmetria, sicchè ogni cristallo è un individuo facilmente determinabile e perciò riconoscibile, anche se mescolato ad altri individui cristallini.

Per lo stato colloidale non abbiamo misurazioni tassative ma comportamenti singolari, specialmente nei riguardi delle loro mescolanze, e della mescolanza con l'acqua, sul valore

dei gel e dei sol che possono produrre in determinate condizioni di concentrazione e di temperature, da cui dipendono le loro proprietà chimiche e biologiche.

Dati più rigorosi si stabiliscono per le soluzioni: per quanto riguarda la concentrazione in peso (quantità di sostanza per 100 gr. di solvente), la concentrazione in volume (grammi di sostanza per ogni litro di soluzione), la solubilità (grammi di sostanza per ottenere con 100 gr. di solvente la soluzione satura). Quest'ultima varia con la temperatura e perciò ogni sostanza ha una particolare solubilità per ogni intervallo di temperatura.

Il punto di congelamento e quello di ebollizione delle soluzioni, hanno contribuito grandemente a stabilire la grandezza molecolare degli individui chimici; in quanto che la materia in soluzione diluita è paragonabile alla materia allo stato gassoso, al quale viene riferito il peso molecolare.

Il calore di soluzione o quantità di energia termica che si assorbe o si emette durante la soluzione, è anche un dato importante nella utilizzazione termica.

Ma per riprendere l'argomento dal punto iniziale ritorniamo al cambiamento di stato dei corpi da quello solido a quello liquido e gassoso.

Teniamo subito presente che per provocare un cambiamento di stato qualsiasi è necessario un movimento di energia di cui dovrà tenersi conto agli effetti economici.

Se noi spendiamo del calore per scaldare un corpo solido, la temperatura di questo aumenta finchè si compie, diremo così, un lavoro esterno, ma quando interviene il cambiamento da solido a liquido il calore che somministriamo viene, per così dire, immagazzinato dal corpo e la temperatura resta costante. Il corpo fonde e il calore che spendiamo per questa fusione si dice calorico di fusione.

Il *punto di fusione* segnato dalla temperatura che è costante, se costante è la pressione, è caratteristico per ogni individuo chimico, e si può anche intendere come la temperatura a cui è possibile la coesistenza dello stato solido e liquido.

Da questo punto continuando a somministrare calore la temperatura continua ad aumentare finchè subisce un nuovo arresto al *punto di ebollizione* durante il quale il calore che

spendiamo viene assorbito dal vapore e si chiama calore latente di evaporazione quello necessario per trasformare un liquido in vapore alla medesima temperatura.

Il punto di ebollizione varia da liquido a liquido come risulta dalla unita tabella:

SOSTANZE	TEMPERATURA C°
Idrogeno . . . . .	- 253
Azoto . . . . .	- 194,4
Aria . . . . .	- 191
Ossido di carbonio . . . . .	- 190
Ossigeno . . . . .	- 183
Ossido di azoto . . . . .	- 153,6
Metano . . . . .	- 150
Etilene . . . . .	- 102,5
Protossido d'azoto . . . . .	- 88
Anidride carbonica . . . . .	- 78,2
Ammoniaca secca . . . . .	- 38,5
Acido cloridrico . . . . .	- 35
Cloro . . . . .	- 33,6
Cianogeno . . . . .	- 20,7
Anidride solforosa . . . . .	- 10,08
Cloruro di Etile . . . . .	+ 11
Etere etilico . . . . .	34,9
Solfuro di carbonio . . . . .	46,2
Acetone . . . . .	56,53
Bromo . . . . .	59,3
Cloroformio . . . . .	61,2
Alcool assoluto . . . . .	78,4
Benzolo . . . . .	80,36
Acido nitrico concentrato . . . . .	86
Acqua . . . . .	100
Acido acetico . . . . .	117,3
Essenza di trementina . . . . .	159,15
Fosforo . . . . .	290
Olio di lino . . . . .	316
Acido solforico . . . . .	325
Mercurio . . . . .	357,5

SOSTANZE	TEMPERATURA C°
Zolfo . . . . .	447
Potassio . . . . .	667
Sodio . . . . .	742

La pressione se ha un'azione praticamente trascurabile sul punto di fusione ha notevole effetto sul punto di ebollizione e se immaginiamo il liquido chiuso in un recipiente a pareti resistenti potremo portarlo a temperatura assai più elevata del suo punto di ebollizione senza che esso diventi vapore. Ma l'esistenza dello stato liquido è limitata alla temperatura critica raggiunta alla quale il liquido diventa vapore-gas qualunque sia la pressione che si determini nel tubo.

I passaggi inversi si compiono generalmente, ma non sempre, alle medesime temperature di trasformazione con restituzione della energia termica che era stata assorbita.

Per le sostanze colloidali non si può parlare di punto di fusione poichè col riscaldamento si passa gradualmente dallo stato solido a quello pastoso e liquido. Non esiste uno stato colloidale gassoso, ma i colloidi possono trovarsi dispersi in un solvente, generalmente acqua, costituendo quello che comunemente si chiama un sol e separandosi allo stato solido con quantità variabili di acqua (coagulazione) costituiscono i gel.

Il punto di fusione o di solidificazione e quello di ebollizione sono termini assai importanti per il riconoscimento di una sostanza. Si può dire che un individuo chimico è definito dal suo punto di fusione se si tratta di un solido, o dal punto di ebollizione se si tratta di un liquido. I grassi, le cere, le paraffine si contrattano secondo il loro punto di fusione nettamente dichiarato dal venditore. L'identificazione di molte sofisticazioni si compie, assai spesso, determinando il punto di fusione del prodotto o facendo un derivato dal cui punto di fusione, si risale alla natura del prodotto in questione. Così i burri e gli olii possono essere identificati dal punto di fusione degli acidi grassi che li costituiscono, per determinare il quale si separano dal gliceride.

I bitumi, le guttaperche, i caucciù si differenziano dal

loro punto di rammollimento fino a raggiungere una determinata scorrevolezza.

Determinati prodotti chimici puri, specialmente organici, si mettono in commercio colla garanzia del punto di fusione se solidi, e della densità e punto di ebollizione se liquidi.

I dati riferentesi a queste proprietà sono raccolti ormai in numerose tabelle controllate da esperti sperimentatori. Eccone alcune:

PUNTI DI FUSIONE DI ALCUNE SOSTANZE IN GRADI CENT.

Anidride carbonica . . . . .	- 78
Mercurio . . . . .	- 39
Ghiaccio . . . . .	0
Fosforo . . . . .	+ 44
Paraffina . . . . .	46
Cera . . . . .	64
Acido stearico . . . . .	70
Solfo . . . . .	110
Stagno . . . . .	233
Piombo . . . . .	334
Antimonio . . . . .	433
Argento . . . . .	999
Oro . . . . .	1.035
Rame . . . . .	1.055
Ferro . . . . .	1.600

Punti di fusione delle leghe.

Lega	Composizione				Punto di fusione
	Bismuto	Stagno	Piombo	Cadmio	
Wood . . . . .	55.74	13.73	13.73	16.80	65° a 67°
Rose . . . . .	48.902	23.553	27.545	—	90°
Darcet . . . . .	47.048	26.200	28.587	—	80° a 95°

Sostanza grassa	Temperatura di fusione della sostanza grassa	Temperatura di solidificazione della sostanza grassa	Temperatura di fusione degli acidi grassi	Temperatura di solidificazione degli acidi grassi	Indice refrattometrico a 25°	Indice refrattometrico a 40°
<b>OLI VEGETALI</b>						
Olio di oliva		6 a + 10	19.33	17—25	62.0 62.0	53.0 56.4
» colza		0 a — 10	16.22	12—19	68.0	58.5 59.2
» sesamo		—4 a — 6	21.32	18—29	66.2 69.0	58.2 60.6
» cotone		—1 a + 4	34.43	31—40	67.6 69.4	58.4 61.0
» arachide		—7 a + 8	27.36	22—32	65.8 67.5	57.5
» ricino		—10 a —12	13	3	78	65.5
» lino	—16 a —20	—20 a —27	11.24	13—21	81.0 87.5	72.5 74.5
<b>GRASSI VEGETALI</b>						
Burro di cocco	20.38	14.23	24.27	16.23		33.5 35.5
» cacao	28.36	20.27	48.53	45.51		41.8 40.8
» palma	27.43	31.35	47.50	39.49		36.5
» palmisti	23.28	20.24	21.29	20.26		36.5
Sevo vegetale	35.53	35.53	24.38	39.56		38 (a 50°)
Burro di vacca	28.35	14.23	38.40	33.38		39.4 46.0
Grasso bue	42.50	20.27	41.47	39.47		43.4 50.0
Oleomargarina	34	31.35	42.45	40.43		48.0 50.4
Grasso di maiale	34.48	20.24	35.47	34.42	56.0 58.5	48.5 51.9
Grasso d'ossa	21.22	35.53	30.45	36.43		

Se i dati relativi alle temperature di fusione e di ebollizione ricevono importanza nella analisi delle merci, questi dati uniti a quelli che riguardano il calore di fusione e di evaporazione interessano la tecnica delle fusioni dei metalli e delle loro leghe, la fabbricazione del vetro, della porcellana, degli strumenti di quarzo fuso da un lato, e tutti i processi di distillazione semplice e frazionata dall'altro; nella preparazione, per esempio, di tutti i sottoprodotti del petrolio, nella distillazione dell'alcool, nella preparazione dell'etere solforico, del benzolo e in genere nella preparazione dei così detti solventi organici. In modo particolare poi interessa il calore di evaporazione nella concentrazione delle soluzioni acquose, nella preparazione del sale dalle acque salate, nella preparazione

dello zucchero dai sughi delle barbabietole o di canna, nella preparazione della colla dalle ossa, e in generale dovunque sia necessaria la evaporazione di vistose quantità di acqua, dove si impone il problema del maggior rendimento termico dell'energia impiegata alla concentrazione delle soluzioni.

Come già abbiamo accennato la solubilità di una sostanza è espressa dal peso in grammi di sostanza che si deve sciogliere in 100 gr. di solvente per avere una soluzione satura.

In qualche caso si esprime la solubilità coll'indicare la quantità di solvente necessario per sciogliere un grammo di sostanza. Così si dice che il sale da cucina, cloruro di sodio, si scioglie in quattro parti di acqua: ciò significa che per sciogliere un grammo di cloruro di sodio sono necessari 4 gr. di acqua.

La solubilità varia col variare della temperatura; perciò alla indicazione della solubilità si deve far seguire quella della temperatura. Tale variazione si esprime graficamente con le cosiddette *curve di solubilità*, le quali si costruiscono segnando sopra due assi coordinati rispettivamente le temperature e le solubilità, e riunendo i punti d'incontro delle perpendicolari innalzate dai punti che rappresentano sui due assi le singole temperature e le corrispondenti solubilità trovate sperimentalmente.

Il diagramma costruito contiene alcune di queste curve dalle quali si può subito vedere come la solubilità del cloruro di sodio resti quasi costante col crescere della temperatura, mentre quella del nitrato di potassio aumenti rapidamente.

Dal diagramma si vede che non c'è proporzionalità diretta fra l'aumento di temperatura e l'aumento della solubilità, perchè in tal caso si avrebbero delle linee rette.

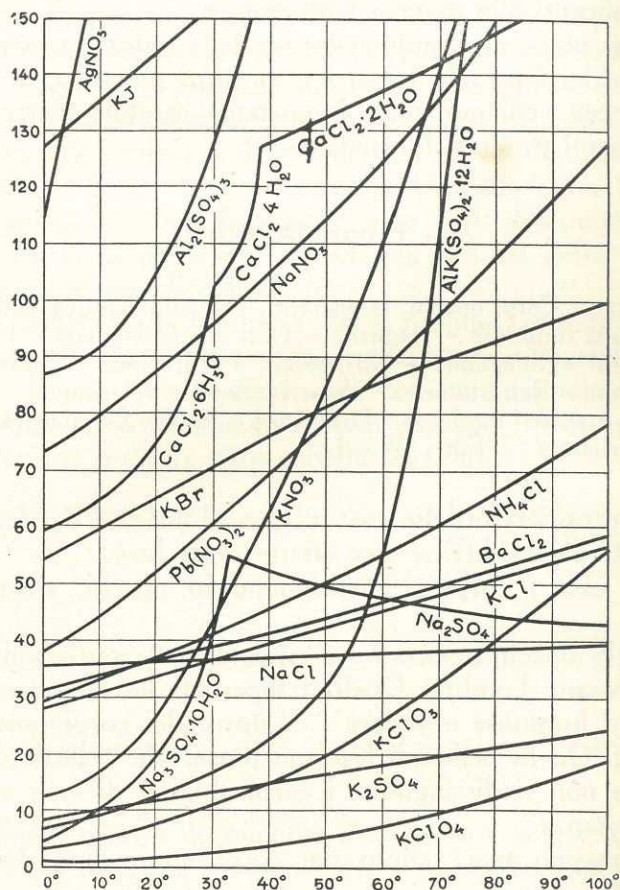
*Cambiamento di stato dovuto all'attrito interno.* — Finalmente accenneremo ad una classe particolare di prodotti che per il loro stato e comportamento passano sotto il nome di *lubrificanti*.

Un lubrificante è tale perchè impedisce l'attrito meccanico fra metallo e metallo, smorzando e prendendo per sè quell'attrito dal quale si produrrebbe un eccessivo calore fino a impedire l'ulteriore azione di contatto. Il lubrificante neutralizza questa energia che tenderebbe a manifestarsi sotto forma di



calore, riscaldandosi esso stesso, ma mantenendo entro i limiti del buon andamento delle due superfici che si sfregano.

Ora, la bontà di un lubrificante sta precisamente in ciò: che esso non tenda a riscaldarsi eccessivamente e che man-



tenga anche a temperatura alta, almeno fino a 100°, il medesimo potere lubrificante che ha a temperatura ordinaria.

Il potere lubrificante dipende per la massima parte da una proprietà che si chiama attrito interno, che si potrebbe intendere come una specie di scorrevolezza reciproca, viscosa, elastica e colloidale delle molecole costituenti il lubrificante.

Del valore di questa scorrevolezza, o diciamo meglio, dell'attrito interno (viscosità) si ha un indice nel tempo che impiega un volume determinato di liquido a passare attraverso un foro piccolissimo. A tale scopo dall'Engler è stato ideato un viscosimetro molto pratico per avere un'idea della viscosità dei lubrificanti alle diverse temperature.

Se si pensa al grande sviluppo della industria meccanica, dalle motrici fisse alle fresatrici, ai torni metallici, ai motori d'auto, ecc., vediamo quale importante capitolo merceologico si apre per i prodotti lubrificanti.

## 2. - Proprietà ottiche.

SOMMARIO. - Corpi opachi, trasparenti, pellucidi, luminosi, illuminati - Unità luminose - Intensità - Luci complementari - Le applicazioni - Riflessione - Gli specchi - Rifrazione - Indice di rifrazione - Refrattometri - Polarizzazione - Polarimetri - Dispersione e spettri luminosi - Diffusione - Analisi fotometrica - Luce ultravioletta - Filtri Wood.

Le proprietà ottiche costituiscono l'insieme dei fenomeni presentati dalle sostanze per effetto della luce.

Per essa i corpi si distinguono in opachi, trasparenti, pellucidi.

Quelli opachi assorbono o rimandano le radiazioni luminose e creano l'ombra. Quelli trasparenti lasciano passare le radiazioni luminose e vedere i contorni dei corpi posti al di là di essi. Quelli pellucidi lasciano passare le radiazioni luminose, ma non si distinguono i corpi al di là di essi, anche a breve distanza.

Dobbiamo tener conto dei corpi luminosi e dei corpi illuminati.

Le sorgenti di luce si distinguono in naturali come quella del sole, della luna, dei pianeti e delle stelle; e in artificiali, come quelle date dai lucignoli ad olio, a petrolio, o da qualsiasi prodotto in combustione (candele di sego, di cera paraffina, o per acetilene), oppure date dai corpi resi incandescenti per la temperatura elevata, come i metalli fusi, gli ossidi metallici (ossidi di magnesio, luce Drumond, Auer ecc.), e i fila-

menti in genere, portati all'incandescenza dalla corrente elettrica.

L'intensità di una sorgente luminosa e l'intensità di illuminazione di un corpo possono variare entro limiti assai larghi. L'unità di misura è data dalla luminosità emessa da un cm<sup>2</sup> di platino fuso, unità Violle. Essa, però, non è pratica ed è anche troppo elevata per misurazioni fotometriche ordinarie, perciò ci si riferisce alla luminosità emessa da una lampada ad olio di colza a lucignolo circolare di 2,35 cm. di diametro e che consuma 42 gr. di olio all'ora (la fiamma è alta 34 mm. e larga 15 mm.). Questa lampada detta di Carcel, è chiamata decimale (perchè è circa 1/10 dell'unità luminosa adottata, la quale unità corrisponde a 1/20 della luminosità data da un cm<sup>2</sup> di platino fuso).

Un'altra unità luminosa che si prende correntemente è la Hefner o intensità emessa da una lampada all'acetato di amile e che dà una fiamma di 4 cm., con un lucignolo di 8 mm.

Altre unità di misura furono adottate, fra le quali esiste la relazione indicata dalla tabella seguente:

	Unità di Violle	Carcel	Candela inglese	Candela tedesca	Lampada di Hefner
Unità di Violle . . .	1	2.03	18.5	16.4	18.9
Carcel . . . . .	0.481	1	8.91	7.89	9.03
Candela inglese . . .	0.054	0.112	1	0.89	1.02
Candela tedesca . . .	0.061	0.127	1.13	1	1.15
Lampada di Hefner . .	0.053	0.110	0.98	0.87	1

Dicesi potere illuminante o splendore, la quantità di luce emessa in direzione perpendicolare in un secondo da 1 cm<sup>2</sup> di superficie.

Per intensità di illuminazione si intende la quantità di luce che cade sopra un cm<sup>2</sup> di superficie esposta perpendicolarmente ai raggi.

Per unità di intensità di illuminazione si intende quella prodotta sopra una superficie normale ai raggi da una candela decimale (chiamata anche *pir*) e collocata a un metro di distanza; questa unità si chiama *lux*.

Per esempio, il sole invierebbe una quantità di luce di 77000 lux (cioè 77000 pir alla distanza di un metro). La luna ha un'intensità illuminante come 1 pir alla distanza di 2 metri (cioè  $\frac{1}{2}$  lux). Una stella di sesta grandezza ha un'intensità illuminante come quella che darebbe una Hefner posta a 11 km.

Questo per dimostrare la straordinaria sensibilità del nostro organo visivo. Teniamo presente inoltre che qualsiasi sorgente luminosa artificiale dipende da un elevamento di temperatura, perciò da un consumo di altra forma di energia che può essere direttamente quella termica o quella elettrica.

Ogni sorgente luminosa è anche, quindi, una sorgente calorifica.

L'illuminazione artificiale ordinaria è fatta a luce chiara. Per avere un'idea del rapporto che ha questa luce bianca con le altre luci colorate, teniamo presente la seguente tabella delle radiazioni complementari:

Colori semplici	Colori complementari			
	Violetto	Indaco	Azzurro	(Azzurro Verde)
Rosso . . . . .				Bianco
Arancione . . . . .			Bianco	
Giallo . . . . .		Bianco		
Giallo verde . . . . .	Bianco			

Questa ci dà ragione della grande diversità della luce bianca del sole, da quella pure bianca di una candela, da quella Auer, o dei diversi tipi di lampade elettriche, potendo essere, queste diverse sorgenti costituite da radiazioni diverse.

Le intensità luminose si analizzano con i fotometri, fondati sulla illuminazione di due superfici pellucide, che risultano identiche, ponendo la sorgente luminosa a distanza diversa della sorgente che si prende come unità di confronto, sapendo che le intensità luminose stanno fra loro come i quadrati delle distanze:

$$I : I_1 = d^2 : d_1^2$$

I prodotti merceologici che interessano queste condizioni fisiche sono tutti i prodotti combustibili usati come sorgenti luminose, olio da ardere, petrolio, gas acetilene, gas illuminante.

Tutti questi prodotti hanno perso oggi molta importanza dopo lo sviluppo della illuminazione elettrica, la quale ha spostato la tecnologia, la produzione, e il commercio dei prodotti da illuminazione verso le diverse qualità dei filamenti ad incandescenza e i carboni per gli archi voltaici, cambiando totalmente l'industria degli apparecchi da illuminazione, compreso gli schermi diffusori (paralumi) e la tecnica della illuminazione degli ambienti.

Basterebbe recarci in una grande sala da ricevimento dei palazzi principeschi del Medio Evo (come la Sala Bianca di Palazzo Pitti), o in una sala della metà dell'ottocento (illuminazione a gas o a petrolio), o della fine dell'ottocento (illuminazione a incandescenza), o nelle attuali sale moderne (illuminazione elettrica), per avere un'idea della grande rivoluzione merceologica dei prodotti da illuminazione.

Se si dovesse fare un vocabolario merceologico dei prodotti da illuminazione con i sistemi attuali, i carboni, i metalli, le leghe, gli isolanti, le gomme, i mastici, le vernici, le tele, le stoffe, i vetri, le porcellane, gli alabastri sarebbero le voci che occuperebbero il maggior spazio.

Dal punto di vista economico, tratteremo della illuminazione, in quel capitolo che riguarda la energia-merce. Per ora è sufficiente osservare che dalla provvista individuale, come si faceva una volta dei prodotti per illuminazione (olio, cera, petrolio, ecc.), si è passati ai sistemi centrali di distribuzione, con l'illuminazione a gas, sistemi che con l'illuminazione elettrica hanno assunto un'importanza d'accentramento anche maggiore.

\* \* \*

Qualunque possa essere la natura della luce e le interpretazioni che se ne danno, fatto è che un raggio luminoso che investe un corpo può venire riflesso, assorbito, rifratto, disperso, decomposto, polarizzato, diffuso.

Per ognuno di questi comportamenti si sono studiate le

leggi, sia in relazione alla qualità del raggio, sia in relazione alla natura della sostanza. Ne viene di conseguenza, riferendoci alla medesima qualità e quantità di radiazione che potremo stabilire dal modo di comportarsi del raggio, la natura della sostanza o le sue variabili in relazione alle eccitazioni luminose subite.

*Riflessione.* — Il raggio incidente e riflesso sono sul medesimo piano, l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione. Le figure riflesse sono simmetriche alle figure reali. Le superfici riflettenti che si usano per gli specchi sono tutte superfici metalliche. Per rendere di uso pratico gli specchi anzichè adoperare metalli polimentati, si usa far depositare su vetro un leggerissimo velo metallico, generalmente di argento.

L'uso dell'argento nella fabbricazione degli specchi entrò nella pratica verso la metà del secolo scorso quando si potè preparare la soda caustica esente da cloruri e si trovò il mezzo di far precipitare allo stato metallico l'argento.

Il processo antico consisteva nel versare sul vetro uno straterello di mercurio, e sopra questo stendere un foglio di stagno e con dei feltri premere lo stagno fino a fare aderire l'amalgama di vetro. L'aver trovato il sistema dell'argentatura portò ai seguenti vantaggi: miglioramento delle condizioni igieniche degli operai i quali ammalavano per effetto dei vapori di mercurio, maggior resistenza e compattezza del velo metallico, maggior larghezza di limiti nella forma e dimensioni degli specchi, maggior leggerezza degli specchi, in quanto questi si possono fare con strati sottilissimi di vetro. La nitidezza della riflessione speculare oltre che dipendere dalla natura e modo della deposizione metallica, dipende dal mezzo trasparente su cui la deposizione si compie. Le facce del vetro devono essere perfettamente parallele, per non avere deformazioni nella riflessione dell'immagine, e la natura del vetro può influire sulla quantità di luce riflessa e sulla variazione delle tinte. Si costruiscono ora degli specchi a vetro roseo per dare all'immagine riflessa una tinta calda.

Ma a parte l'importanza degli usi dello specchio nell'economia domestica, esso acquista non minore importanza negli apparecchi di fisica ottica, nella fabbricazione dei periscopi,

dei fari luminosi dei porti, delle navi, delle automobili, e quelli giganteschi per uso militare. La merceologia degli specchi interessa quindi quella dell'argento, e di tutte le sostanze sussidiarie alla sua deposizione metallica, e quella del vetro e la tecnica della sua lavorazione. Inoltre interessa, in un ramo assai più ristretto, la formazione degli specchi metallici veri e propri limitati a misurazioni rigorose in ricerche d'ottica, e le misure rigorose in fatto dei fenomeni di riflessione riguardano soltanto il campo della scienza pura.

*Indice di rifrazione.* — La variazione che subisce nel suo percorso la luce e il conseguente spostamento nella direzione del raggio, crea quello che comunemente chiamiamo l'indice di rifrazione, il cui valore è legato alla densità e alla natura della sostanza rifrangente.

La legge della rifrazione è semplice; indicando con  $n$  l'indice di rifrazione esso è:  $n = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$

L'indice di rifrazione è un dato caratteristico di tutti gli oggetti trasparenti e specialmente importante nella fabbricazione delle lenti, le quali costituiscono la materia prima sia per strumenti d'uso comune, occhiali e cannocchiali, sia per strumenti d'ottica di alta precisione (refrattometri, polarimetri, fotometri, spettroscopi, ecc.).

Nella pratica merceologica si ricorre all'indice di rifrazione dei solidi per differenziare i cristalli naturali dalle pietre preziose, per studiare la natura dei vetri, delle lenti, dei prismi, per indagare la natura dei liquidi naturali di provenienza diversa; sappiamo per esempio, come l'essenza di trementina abbia indici di rifrazione diversi a seconda della sua provenienza; gli oli, i grassi si analizzano ai refrattometri per conoscere la loro natura e avere dei criteri sulle sofisticazioni. A questo proposito furono costruiti appositi apparecchi che limitano la ricerca entro i valori massimi e minimi delle sostanze indicate in modo da poter con una semplice lettura decidere o no della sofisticazione. Il più diffuso e importante apparecchio in proposito è il « burro-refrattometro » di Wolny. Esso consiste in due lamine di vetro parallele, le quali si possono aprire e chiudere come due pagine di un libro. Fra le due lamine si interpone una goccia del grasso di cui si vuol esaminarne

l'indice di rifrazione. Un sistema di circolazione d'acqua mantiene il grasso alla temperatura voluta, e se si tratta di burro esso si porta alla temperatura di fusione. Un termometro indica la temperatura esatta, poichè l'indice di rifrazione varia notevolmente con la temperatura. Con un oculare si esamina il campo che è diviso in due parti distinte, chiara e scura. La linea di separazione indica la lettura che si deve fare su una scala divisa arbitrariamente, ma i cui gradi corrispondono ai determinati indici di rifrazione. Il burro-refrattometro comprende gli indici di rifrazione fra i valori di 1,42 e 1,49; esso limita il campo di osservazione fra questi due valori.

Per esempio, l'olio di oliva ha un indice di rifrazione a 25° per cui il massimo o il minimo della scala può variare da 62,0 a 62,8. Oltre quei limiti si può dichiarare senz'altro che l'olio è sofisticato.

Nel caso del burro, il Wolny ha introdotto un termometro speciale, il quale invece di segnare le temperature segna le graduazioni che si devono leggere nel refrattometro, se realmente il burro è genuino. Dimodochè il numero che si legge sul termometro speciale variando con la circolazione d'acqua la temperatura, è quello che si deve leggere anche nel refrattometro. Se i due numeri non coincidono, il burro si può dichiarare sofisticato.

Indice di rifrazione.

Mezzi	Righe D	Righe H
Flint di Farady . . . . .	{1.7148 {1.7144	{1.7651 {1.7637
Flint N. 3 . . . . .	1.6085	1.6404
Crown N. 9 . . . . .	1.5290	1.5466
Crown N. 13 . . . . .	1.5280	1.5447
Salgemma . . . . .	1.5448	1.4691
Acqua . . . . .	{1.3336 {1.3336	{1.3448 {1.3442
Essenza di trementina. . . . .	1.4744	1.4939
Solfuro di carbonio . . . . .	1.6308	1.7020
Diamante . . . . .	2.4173	1.4648



*Polarizzazione.* — I raggi riflessi sotto un determinato angolo di riflessione ( $55^{\circ}$ ) e quelli rifratti, per esempio, da un prisma di spato d'Islanda, sono polarizzati.

Si approfitta del particolare andamento del raggio polarizzato attraverso a determinati corpi trasparenti per avere un criterio della natura di esso, sia qualitativo sia quantitativo.

Il raggio polarizzato per riflessione giova nell'analisi ottica dei vetri. Il vetro come corpo isotropo non ha veramente nessuna azione alteratrice sull'andamento del raggio polarizzato. Ma se nel vetro intervengono delle variazioni, dovute, per esempio, alla temperatura, allora facendo subire uno sforzo al vetro, il raggio polarizzato dà delle ombre o figure di interferenza dall'andamento delle quali si giudica della tempera subita del vetro e del suo modo di comportarsi rispetto a forze eccitatrici esterne.

Molto più importante è il fenomeno della polarizzazione che si osserva fra i due nicol incrociati, la quale può venire compensata girando a destra o a sinistra il nicol analizzatore, onde il nome di polarizzazione rotatoria. Se fra due nicol incrociati e che danno il campo oscuro, si pone o un cristallo o una soluzione di determinate sostanze organiche, il campo ritorna chiaro, e si oscura nuovamente girando il nicol analizzatore.

La quantità di rotazione si segna in gradi d'angolo ed essa è una funzione dello spessore della lamina se il corpo è solido, della lunghezza del tubo polarimetrico in cui è contenuto il corpo liquido, e per la medesima lunghezza del tubo, dipende dalla concentrazione della soluzione. È evidente perciò che riferendoci ad uno spessore o ad una lunghezza, o ad una concentrazione prese come unità di misura i valori dati da queste grandezze segnano ciò che si chiama il potere rotatorio specifico.

Esso è importante per stabilire l'origine di determinati prodotti naturali; e distinguerli da quelli sintetici, anche perchè i prodotti otticamente attivi, sono sempre di origine naturale, e quelli sintetici sono sempre otticamente inattivi; e l'attività di determinati prodotti naturali greggi, essenze, resine petroli, ecc. hanno un potere rotatorio variabile con la loro origine.

Per le soluzioni l'osservazione polarimetrica è di grande importanza per stabilire la concentrazione del prodotto di cui si tratta.

Le soluzioni zuccherine sono state oggetto principale di questi studi, e si costruiscono apparecchi appositi detti saccarimetri, per mezzo dei quali con una semplice lettura al polarimetro si giudica della qualità del prodotto.

\* \* \*

Il fenomeno della *dispersione*, per cui si analizza la natura delle radiazioni che compongono una data sorgente luminosa con la formazione dello « spettro di emissione », oppure si studia la serie delle radiazioni assorbite da un mezzo trasparente sia solido che liquido o in soluzione (spettro di assorbimento), mentre ha aperto uno dei più meravigliosi capitoli della scienza della costituzione corpuscolare della materia, non è ancora passato nella pratica merceologica.

Lo spettroscopio dà tuttavia grandissimo aiuto per la identificazione anche di tracce minime di sostanze elementari, per esempio, nelle acque, nelle ceneri di prodotti organici, e in molti casi serve per determinazioni quantitative di quantità infinitesimali.

\* \* \*

*Diffusione.* — La luce diffusa è quella che viene riflessa in molteplici direzioni da superfici non speculari, per esempio da superfici rugose, granulari o dalle polveri.

L'analisi o, per meglio dire, la fotometria della luce diffusa interessa quindi la misurazione della riflessione delle sostanze opache, solide e pulverulente, dell'annerimento della carta fotografica, e il confronto di scritti nel rilevare le falsificazioni, la misura della trasparenza dei corpi pellucidi, la misura della quantità di bianco o nero contenuto nelle farine e nelle polveri colorate in genere, la lucentezza di determinate superfici chiare e colorate, e l'intorbidarsi dei liquidi.

Le industrie che della diffusione della luce possono giovare sono: quella delle sostanze alimentari, per l'esame delle farine, caffè, cacao, burro di cacao, grassi, acque potabili, acque minerali; l'industria dei colori per l'analisi del bianco di barite, di zinco, di piombo, di titanio, ecc.; l'industria tessile per il confronto delle stoffe in rapporto alla loro qualità, e nel candeggio; l'industria della carta allo scopo di confrontarla con i tipi campioni, e specialmente per la valutazione delle carte fotografiche; l'industria del cuoio per stabilire la lucentezza; l'industria ceramica in genere per il confronto della struttura granulometrica; ed in tutti i casi di confronti colorimetrici sia per trasparenza che per riflessione.

*Luce ultravioletta.* — Vi sono sostanze che sottoposte a radiazioni ultraviolette manifestano un vivo fenomeno di fluorescenza dovuto ad una specie di retrocessione di lunghezza d'onda, per cui radiazioni che non sono sensibili al nostro occhio direttamente, diventano luminose e sensibili. Queste radiazioni ultraviolette si ottengono con la lampada a vapori di mercurio in recipienti di quarzo. Perché il fenomeno diventi più caratteristico il Wood applicò alla lampada un filtro di vetro colorato con ossido di nichel in modo da lasciar passare soltanto la radiazione ultravioletta, 365 di lunghezza d'onda, la quale si presentò la più adatta ad eccitare il fenomeno della fluorescenza.

Se in un ambiente chiuso si accende la lampada a vapori di mercurio protetta ai filtri Wood, l'ambiente è perfettamente oscuro, ma se in esso si sottopongono delle sostanze adatte ad essere eccitate dalla luce ultravioletta, dalle sostanze si manifesta una magnifica fluorescenza il cui colore e la cui intensità varia con la natura della sostanza. L'analisi può essere ulteriormente spinta applicando l'osservazione spettroscopica della fluorescenza prodottasi.

Questo fenomeno interessa specialmente i prodotti della chimica organica, e farmaceutica, per stabilire una quantità di colori di origine organica, per differenziare le pietre preziose e i minerali radioattivi.

I grassi, le farine e i tessuti animali in genere possono venire opportunamente analizzati e distinti alla luce Wood.

### 3. - Proprietà elettriche, magnetiche, elettromagnetiche radioattive.

SOMMARIO. - Corpi conduttori e coibenti - Unità elettriche - Resistenze specifiche di alcuni materiali - Le proprietà dell'alluminio confrontate con quelle del rame - Isolanti e isolatori - Fenomeni elettrolitici - Le applicazioni del magnetismo ed elettromagnetismo - Radioattività - Costituzione elettronica degli elementi - Unità radioattive.

I corpi rispetto alla elettricità si distinguono in corpi *conduttori* e corpi *isolatori*. Essi si potrebbero graduare passando dal miglior conduttore al migliore isolatore.

Le due proprietà accoppiate insieme servono specialmente alla produzione, i corpi conduttori servono al trasporto e quelli isolatori alla condensazione e conservazione della elettricità.

I conduttori elettrici sono tutti di natura metallica; gli isolatori, comunemente usati, possono essere combinazioni le più svariate, ma in generale di natura amorfa e colloidale (resine, cere, grassi, acqua pura, oli minerali, vetro, porcellana, rocce in genere, ecc.).

L'uso di un materiale piuttosto che di un altro dipende dalle condizioni tecniche di produzione, conduzione, condensazione, conservazione, trasformazione dell'energia elettrica.

I termini di misura dei fenomeni elettrici, sono: la forza elettromotrice o tensione elettrica misurata in Volt; la quantità di elettricità misurata in Coulomb; l'intensità (quantità di elettricità nell'unità di tempo) di una corrente elettrica misurata in Ampère; e, finalmente, la resistenza misurata in Ohm. La relazione che lega i valori della forza elettromotrice  $E$  con l'intensità  $I$  e la resistenza  $R$ , è data dalla legge di *Ohm*:

$$R = \frac{E}{I} \quad ; \quad R I = E$$

L'*Ohm*, o unità di resistenza industriale, è la resistenza di una colonna di mercurio alta 106 centimetri e della sezione di  $1 \text{ mm}^2$ .

L'*Ampère* è quella intensità di corrente che, in un minuto

secondo, attraverso ad una soluzione di nitrato di argento (15 di nitrato, 85 di acqua) fa depositare gr. 0,00108 di Ag. metallico.

Il *Volt* è la forza elettromotrice necessaria a mantenere in un circuito che abbia la resistenza di un *Ohm*, l'intensità di un Ampère.

Resistenze specifiche

METALLI a 0° C. puri e cotti	Resistenza in ohm. internaz. di 1 m. di filo avente 1 mm <sup>2</sup> di sezione
Mercurio . . . . .	0.94073
Argento . . . . .	0.01468
Rame . . . . .	0.01598
» elettrolitico . . . . .	0.01561
Oro . . . . .	0.02197
Alluminio . . . . .	0.02665
Zinco . . . . .	0.05751
Ferro . . . . .	0.09065
Platino . . . . .	0.10917
Nichelio . . . . .	0.12323
Stagno . . . . .	0.13048
Piombo . . . . .	0.20382
LEGHE	
Bronzo fosforoso . . . . .	0.01600
Argentana . . . . .	0.30000
Platino e Argento 1 a 2 . . . . .	0.31582
Manganina . . . . .	0.46700
Rame e Manganese . . . . .	1.00600
Costantina . . . . .	0.50000
Ottone . . . . .	0.08000

Il *Coulomb* è la quantità di elettricità che passa in una sezione di un conduttore percorso da una corrente costante di un Ampère.

Due conduttori tra i quali sia interposto uno strato isolante, si possono caricare di una certa intensità di elettricità, senza che questa attraversi il mezzo isolante. Però aumentando la quantità di elettricità e quindi la tensione elettrica fra i due conduttori, arriva un momento che l'elettricità attraversa il mezzo isolante producendosi una scintilla.

L'unità di capacità di un condensatore si chiama *farady* e sarebbe la quantità in coulomb di elettricità di cui bisogna caricare il condensatore perchè fra le due armature si stabilisca la differenza di tensione pari a 1 volt.

Un farady è una capacità uguale a 1.400 volte quella della terra.

Alle unità sopra descritte si usa spesso premettere i suffissi *mega* o *micro*. Mega rappresenta un milione di volte maggiore, micro un milione di volte minore. Micro-farady sarebbe perciò la milionesima parte dell'unità farady.

Dal punto di vista merceologico i prodotti che interessano sono i conduttori e gli isolatori.

Dei metalli il miglior conduttore (quello che presenta la minor resistenza specifica), è l'argento, quello che presenta maggiore resistenza tra i metalli è il mercurio.

Ma i due metalli che fra loro si fanno seria concorrenza nell'uso tecnico e nello sviluppo economico sono l'alluminio e il rame. Basta confrontare le loro proprietà fisiche per comprendere che se per unità di superficie o di sezione il rame è superiore all'alluminio, questo per il suo peso specifico presenta notevoli vantaggi là dove prevale il peso a parità di volume (vedi tabella a pagina seguente).

Ne viene di conseguenza che se per determinate applicazioni tecniche è preferibile il rame all'alluminio, per altre avviene il contrario, ma c'è sempre un campo assai vasto di applicazioni dove l'uso del rame o dell'alluminio diventa puramente una questione economica dipendente dal prezzo dei due metalli.

Se ora pensiamo a tutte le macchine per la produzione della elettricità, ai cavi aerei, sotterranei, transoceanici per il trasporto; alle conduzioni minori ma numerosissime di collegamento; ai sistemi di saldatura, agli interruttori, ai commutatori, ai morsetti e a tutta la moltitudine di utensili sussidiari per l'impiego della elettricità, dal suo nascere alla sua conduzione al momento dell'uso, possiamo farci un'idea del grande capitolo merceologico che si apre soltanto per i prodotti conduttori. E se per questi non abbiamo molto imbarazzo nella scelta trattandosi di dare la preferenza o al rame o all'alluminio, per gli isolatori il caso è diverso trattandosi qui di una varietà

Proprietà fisiche dell'alluminio confrontate con quelle del rame.

	Aluminio 99,5%	Rame elettrolitico 100%
Peso specifico . . . . .	2,7	8,9

*Proprietà elettriche:*

Conduttività a 20° cm x ohm x mmq		
crudo . . . . .	35,2	57,0
cotto . . . . .	36,0	58,0
resistenza a 20° ohm x mmq		
crudo . . . . .	0,02845	0,0175
cotto . . . . .	0,2780	0,0172

*Proprietà meccaniche:*

Resistenza alla trazione Kg. mmq		
crudo . . . . .	16 24	32 42
mezzo crudo . . . . .	11 14	24 30
cotto . . . . .	8 10	18 22
Limite elasticità medio Kg. mmq. crudo	11	23
Modulo di elasticità Kg. mmq . . . .	6300 7500	12000 13000
Coefficiente di dilatazione lineare . . . .	0,000023	0,0000169
Punto di fusione C° . . . . .	658°	1083°
Calore specifico . . . . .	0,226	0,0933
Conduc. termica (cal. cm. sec. I grado	0,5	0,85
Calore latente di fusione . . . . .	100	43,3

enorme di prodotti, con poteri isolanti diversissimi e con proprietà meccaniche e fisiche di applicazione le più svariate.

Fra gli isolatori più in uso potremo accennare alla mica, che già allo spessore di 0,025 mm. sopporta una tensione di 5000 volt e con lo spessore di 1 mm. si arriva a 35.000 volt e per soli 4 mm. si raggiungono i 75.000 volt.

La carta dello spessore di 1 mm. può raggiungere dai 15.000 ai 25.000 volt.

I tessuti isolatori di tela, lino, seta resistono a 8500 volt

con lo spessore di 0,2 mm. E certe vernici isolanti già con uno strato di 0,01-0,03 mm. variano da 1500 a 5000 volt. Altri isolatori importanti sono:

SOSTANZA	SPESSORE	TENSIONE DI SCARICA
		volt
Legno . . . . .	1 cm.	4.000
Legno resinoso . . . . .	1 cm.	10.000
Marmo . . . . .	1 cm.	10.000
Lavagna . . . . .	1,5 cm.	5.000
Porcellana . . . . .	1 mm.	12.000
» . . . . .	2 mm.	20.000 - 50.000
» . . . . .	60 mm.	60.000
» . . . . .	10 mm.	90.000
Vetro . . . . .	2 mm.	36.000
» . . . . .	4 mm.	56.000
» . . . . .	6 mm.	71.000
Gomma . . . . .	0,5 mm.	20.000
» . . . . .	1 mm.	34.000
» . . . . .	1 mm.	34.000
» . . . . .	2 mm.	52.000
Galattite . . . . .	5 mm.	17.000 - 22.000

Un isolante che tende a far cambiare notevolmente la tecnica dei cavi è dato dall'ossido di alluminio, il quale si forma in strati sottilissimi di qualche millesimo di millimetro, se l'alluminio è esposto all'aria o sottoposto a speciali trattamenti. Questo velo sottilissimo raggiungerebbe una tensione di perforazione di 1700-2000 volt, e per strati di poco superiori anche i 40.000 volt.

La soppressione che ne deriverebbe degli strati di gomma, di tela, di carta, ecc. oltre che migliorare le condizioni dei diametri e dei pesi, porterebbe un coefficiente di sicurezza nei corti circuiti per due ragioni: perchè si evita la graduale carbonizzazione dei mezzi isolanti dei fili conduttori; e perchè se il corto circuito è di notevole portata, oltre che evitare l'incendio, l'alluminio che ha un punto di fusione basso, fonde rapidamente interrompendo il circuito.



L'isolatore è chiamato dielettrico e la sua natura rispetto a questa proprietà è fissata dalla così detta costante dielettrica, che è il quoziente fra la capacità di un condensatore che abbia fra le due armature l'aria asciutta o il vuoto, e la capacità che acquista quando all'aria si sostituisca uno degli isolatori sopra indicati.

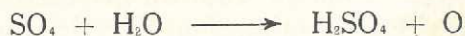
Le soluzioni acquose di acidi, basi e sali sono conduttrici della elettricità. La conducibilità di esse è assai inferiore a quella dei metalli, e si esprime prendendo uno strato di soluzione di 1 cm. di spessore per 1 cm. di lunghezza.

La conducibilità delle soluzioni dipende dalla concentrazione della soluzione, ed è legata al trasporto di materia.

La conducibilità specifica varia col variare della concentrazione della soluzione e aumenta con la diluizione.

I fenomeni della conducibilità delle soluzioni si spiegano con l'ammettere la formazione di due stati particolari dei costituenti la molecola salina, acida, basica, la quale si dissocia in due parti chiamate cationi, quelli che sono trasportati nel senso della corrente, e anioni, quelli trasportati in senso inverso. Se la molecola rimane intera, o non è capace di formare degli ioni, la elettricità non passa.

Per determinati valori della tensione elettrica della corrente che si manda nella soluzione, gli ioni si separano agli elettrodi formando o molecole intere o reazioni secondarie, come per esempio: l'acido solforico ( $H_2SO_4$ ) il quale è dissociato in  $H_2 \dots SO_4$ , sviluppa all'elettrodo negativo l'idrogeno molecolare e al positivo l'ossigeno, in quanto che l'ione  $SO_4$  reagisce con l'acqua riformando l'acido solforico e mettendo in libertà l'ossigeno:



In definitiva ciò che viene decomposta è l'acqua. A questo fenomeno si dà il nome di *elettrolisi*.

Se invece di avere una soluzione di acido si ha una soluzione di sale al polo negativo si separa il metallo.

I fenomeni elettrolitici hanno ricevuto applicazioni tecniche, nelle preparazioni industriali dell'idrogeno e dell'ossigeno, nella preparazione della soda e del cloro, nella elettro-

deposizione dei metalli, sia per scopo analitico (analisi elettrolitiche), sia per la raffinazione industriale, per esempio del rame, dell'argento, ecc., sia per la galvanoplastica e la galvanostegia, specialmente per l'argentatura e nichelatura, la cromatura e la bronzatura, e la formazione di vernici protettive elettriche.

In questo ordine di fenomeni si possono classificare i processi elettro-termici di preparazione di molti metalli per fusione dei loro ossidi o dei loro sali, di cui va arricchendosi la metallurgia, specialmente per la produzione dell'alluminio, di acciai speciali, dello zinco, ecc.

Le condizioni economiche della tecnica elettro-metallurgica dipendono dalla economia generale della energia elettrica, la quale, oggi, accanto a quella termica costituisce il problema economico più saliente della attività umana.

Il carattere fondamentale della energia elettrica a differenza di quella termica consiste nella possibilità del suo trasporto a grandi distanze dal suo centro di produzione.

L'energia termica è legata al trasporto di materia, quella elettrica è legata invece ai grandiosi impianti elettrogeni, costituiti da cadute d'acqua, da turbine, dai turbo alternatori, dalle macchine dinamo, dai trasformatori, dalle reti ad alta tensione, dalle cabine di riduzione e di collegamento, dalle centrali elettriche di distribuzione. L'elettrotecnica che ha fatto passi giganteschi fin dalla fine del secolo scorso, si prepara a risolvere problemi sempre più vasti che tendono a collegare tutti i popoli verso sempre più importanti applicazioni elettro-energetiche nella economia industriale e in quella dei trasporti.

A ciò contribuiscono gli studi sul magnetismo ed elettromagnetismo, cosicchè la produzione, il trasporto, l'uso della energia diventa un problema economico altrettanto importante come la preparazione, il trasporto e l'uso della materia di cui sono costituiti i prodotti merceologici.

Le proprietà magnetiche ed elettro-magnetiche si utilizzano nella formazione di calamite, nella tecnica dei trasporti dei prodotti di ferro, nell'interno delle acciaierie, nella costruzione delle grandiose macchine elettro-magnetiche per l'industria della produzione dell'elettricità, e nella tecnica dei

trasporti, negli impianti telefonici, telegrafici, radiofonici, radiografici, suonerie elettriche, ecc.

*Radio-attività.* — I fenomeni radioattivi sono quelli che si ricollegano alla emissione e propagazione di particelle elettroniche. È ormai noto che la materia atomica si può considerare costituita di un nucleo centrale caricato positivamente, e di una serie di elettroni planetari rotanti, che costituiscono tante cariche negative quante sono le positive del nucleo, dimodochè l'atomo risulta elettricamente neutro.

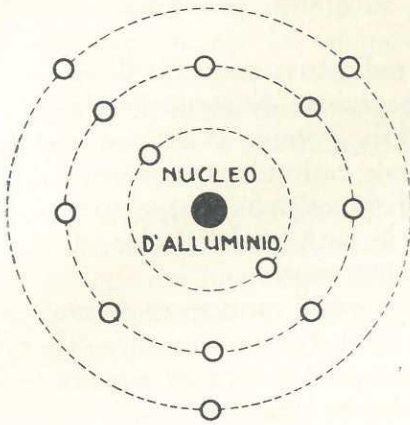
Gli atomi si possono ordinare secondo il numero crescente delle cariche elettriche che vanno da 1 per l'idrogeno a 92 per l'uranio; ogni atomo è perciò contraddistinto da un numero che corrisponde al numero degli elettroni rotanti.

Nel nucleo centrale risiede tutta la massa atomica la quale è una somma algebrica di cariche positive ed elettroni (nucleari). Si ammette che quelli planetari si dispongono a sfere concentriche di 8 elettroni e dalla perdita o acquisto di essi per determinate condizioni dell'atomo si formano i così detti ioni positivi (perdita di elettroni) e ioni negativi (acquisto di elettroni). Come esempio riportiamo a pagina seguente la configurazione che si dà all'atomo e all'ione alluminio e zolfo.

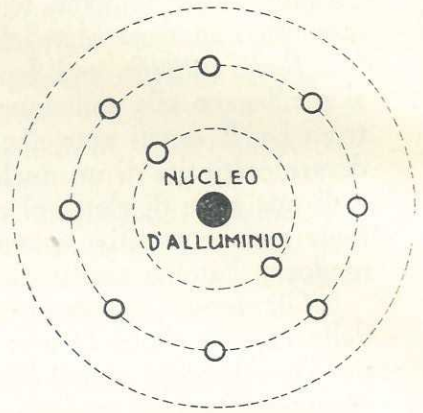
L'atomo è elettricamente neutro quando il numero degli elettroni planetari è uguale al numero delle cariche positive nucleari, diventa ione positivo se dalla sfera esterna che diremo di reazione vengono tolti uno o più elettroni, diventa negativo (ione negativo) se alla sfera di reazione si aggiungono uno o più elettroni.

Se la sfera esterna è costituita da 8 elettroni, l'atomo è chimicamente inerte, perchè l'atomo diventi chimicamente attivo la sfera esterna deve contenere da uno a sette elettroni.

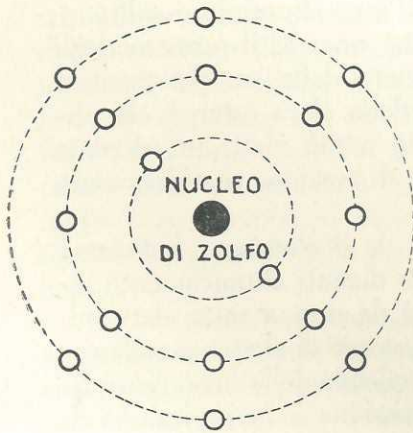
Comunque sia una proiezione costante di elettroni colla velocità dell'ordine di grandezza della velocità della luce, costituisce una « corrente elettrica ». L'emissione o la proiezione di elettroni può avvenire per azioni meccaniche, termiche, luminose, e può avvenire per un'auto-demolizione dell'atomo. I corpi i cui atomi si trasmutano si dicono radioattivi e come conseguenza di questa radioattività si ha una proiezione di elettroni negativi (raggi  $\beta$ ) e una equivalente di nuclei positivi (raggi  $\alpha$ ), quindi azioni elettriche con effetti termici, luminosi e mec-



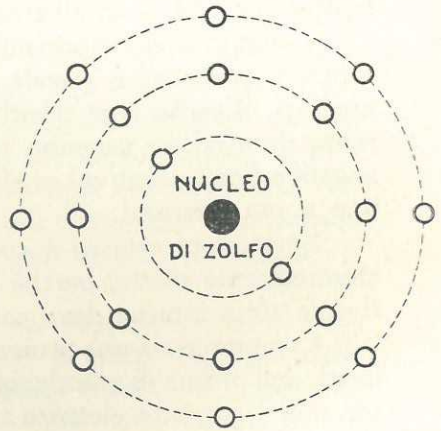
*Atomo d'alluminio  
(neutro)*



*Atomo d'alluminio  
(positivo) (ione +)*



*Atomo di zolfo  
(neutro)*



*Atomo di zolfo  
(positivo) (ione -)  
negativo.*

canici se opportunamente raccolte. Inoltre si hanno delle vibrazioni o frequenze d'indole elettro-magnetica (raggi  $\gamma$ ), dell'ordine di grandezza delle frequenze della luce ultravioletta.

Si può dire che tutti i corpi siano radioattivi, perchè un grammo-atomo demolisca tutto l'immenso numero di atomi di cui è costituito, occorrono per la maggior parte degli atomi milioni di secoli e perciò la loro radioattività non è avvertibile con i mezzi d'osservazione di cui disponiamo.

Ma per alcuni di questi atomi come quelli del radio e del torio, l'attività di demolizione dei loro atomi è così forte che i fenomeni ad essi conseguenti sono non solo avvertibili, ma possiamo ormai utilizzare le forme di energia che da essi provengono.

Sappiamo che l'eccitazione che potremo chiamare elettronica per azioni meccaniche ha creato la elettrotecnica, l'emissione per azioni termiche utilizzando le proprietà singolari del tungsteno ha condotto alla radiofonia, e utilizzando le singolari proprietà del potassio ha condotto alla televisione. Le auto-demolizioni atomiche delle sostanze radioattive hanno creato quell'immenso sviluppo degli studi dei fenomeni radioattivi per cui fisica e chimica marciano di comune accordo per scoprire nuove verità e forme nuove e inaspettate applicazioni tecniche nell'economia energetica.

Di tutte le sostanze radioattive quella che più ha ricevuto applicazione è il Radio e specialmente il prodotto immediato della sua disintegrazione che è l'emanazione, la quale ha una durata media di giorni 5 e  $\frac{1}{2}$ .

Le unità di misura che servono a stabilire il valore e l'entità di una sostanza radioattiva sono:

il *Curie* che sarebbe la quantità di emanazione in equilibrio con 1 gr. di Radio (1);

il *Millicurie* =  $\frac{1}{1000}$  di Curie;

il *Microcurie* = 1 milionesimo di Curie ( $10^6$ );

il *Millimicrocurie* = 1 miliardesimo di Curie ( $10 \cdot 10^{10}$ );

---

(1) Questa quantità a 0° e 760 mm. di pressione pesa gr. 0,0000065 ed ha un volume di mm<sup>3</sup>. 0,66.

L'unità Machè ( $M E$ ) che è la quantità di emanazione che fa equilibrio ad una corrente la quale saturi 0,001 unità elettrostatiche ( $1 M E = 0,4$  millimicrocurie).

Un'emanazione sarebbe 10 miliardi di Curie.

Per ora si trovano in commercio dei cuscinetti, dei prodotti farmaceutici, degli apparecchi per rendere radioattivi o sostanze medicamentose, o schermi da applicarsi alle varie parti del corpo a scopo terapeutico. Gli studi in proposito tendono a mettere sempre in maggior rilievo l'importanza che l'emanazione di radio acquista nella Radium-terapia.

In ogni modo dal lato merceologico i composti radioattivi presentano un campo limitato di applicazioni. Quantunque dal punto di vista economico la tecnica dei prodotti naturali radioattivi assorba vistosissimi impieghi di capitali.

## V.

### LE PROPRIETÀ CHIMICHE

#### 1. - Le reazioni e le trasformazioni.

SOMMARIO. - Materia ed energia - Elementi - Pesì atomici - Simboli, formule, equazioni chimiche - Reazioni endo ed esotermiche - Gli equilibri chimici - Reazione acida, basica, neutra - Salificazione - Concetto di valenza - Costituzione elettronica - Tavola numerale atomica - L'equivalente chimico - Soluzioni normali - Acidimetria - Alcalimetria - Loro importanza merceologica.

Nel considerare le proprietà fisiche si tiene conto specialmente della graduazione di qualità e quantità di energia.

Ma il concetto di energia è intimamente legato a quello della materia, anzi, secondo Enistein sono due entità che possono tramutarsi l'una nell'altra, secondo l'espressione:

$$m = \frac{E}{v^2}$$

cosicchè il diventare materia ciò che è energia e diventare energia ciò che è materia non è che questione di velocità delle forme corpuscolari.

Vi sono però dei limiti entro cui la materia conservando inalterata la sua massa può assumere o cedere dei quantum di energia, dal valore della quale dipendono tutte quelle possibilità di trasformazione della materia che caratterizzano nell'insieme le proprietà chimiche.

Per la qual cosa cambiare le proprietà chimiche di un corpo vuol dire trasformarlo in un altro con una variazione positiva o negativa di energia.

Potrebbe darsi che in un primo tempo più o meno prossimo si potesse stabilire una graduazione delle proprietà chimiche dei corpi secondo valori quantitativi energetici, in modo da ordinarli secondo il loro potenziale chimico. Si potrebbe passare gradualmente così da un estremo occupato, per esempio, dai corpi basici, a quell'altro occupato dai corpi acidi, attraverso a tutta la gamma dei composti neutri e anfoteri e polarizzando gli estremi verso l'acquisto o la perdita della radioattività.

Una simile concezione chimica della materia non può avere, per ora, un significato quantitativo rigoroso e perciò non possiamo far altro, momentaneamente, che raccogliere il maggior numero dei fatti riguardanti le trasformazioni chimiche.

I limiti segnati dalla invariabilità della massa sono quelli offerti dagli atomi degli elementi.

Tutte le proprietà chimiche consistono nelle condizioni energetiche che tengono sommate insieme le particelle atomiche per produrre le molecole. E di queste condizioni energetiche, noi, purtroppo, non conosciamo che manifestazioni termiche, luminose, elettriche, magnetiche o radioattive, senza poter fissare il quantum minimo o massimo energetico residuale della molecola, e tanto meno dell'atomo. Tutto l'immenso mondo atomico e molecolare è un continuo divenire come se i corpi da essi prodottisi fossero immersi in un immenso cosmo energetico, di cui ne prendono e ne cedono quel tanto che le condizioni d'ambiente permettono loro. Ma quale sia la grande massa totale di energia e perciò di materia che costituisce l'universo ci è sconosciuta, come ci è sconosciuto l'infinito.

L'esame delle proprietà chimiche si riduce quindi a studiare le trasformazioni che avvengono qualora sostanze molecularmente diverse vengono a contatto, in modo che si producono altre sostanze molecularmente diverse dalle prime.

Dal punto di vista chimico le sostanze si distinguono in *elementari e composte*.

Le elementari sono costituite molecularmente da atomi della stessa specie, mentre le composte sono costituite da atomi diversi fra loro. Il numero delle sostanze elementari è limitato; esse si chiamano anche corpi semplici o elementi, di cui diamo la nota.



Elementi, simboli e pesi atomici (Ossigeno - 16)

ELEMENTO	Simbolo	Peso atomico	ELEMENTO	Simbolo	Peso atomico
Alluminio . . .	Al	26.97	Molibdeno . . .	Mo	96.0
Antimonio . . .	Sb	121.76	Neo . . . . .	Ne	20.18
Argento . . . .	Ag	107.880	Neodimio . . .	Nd	144.27
Argo . . . . .	Ar	39.94	Nichelio . . . .	Ni	58.69
Arsenico . . . .	As	74.96	Niobio . . . . .	Nb	93.5
Azoto . . . . .	N	14.003	Olmio . . . . .	Ho	163.5
Bario . . . . .	Ba	137.36	Oro . . . . .	Au	197.2
Berillio . . . .	Be	9.02	Osmio . . . . .	Os	190.9
Bismuto . . . .	Bi	209.0	Ossigeno . . . .	O	16.000
Boro . . . . .	B	10.82	Palladio . . . .	Pd	106.7
Bromo . . . . .	Br	79.916	Piombo . . . . .	Pb	207.21
Cadmio . . . . .	Cd	112.41	Platino . . . . .	Pt	195.23
Calcio . . . . .	Ca	40.07	Potassio . . . .	K	39.104
Carbonio . . . .	C	12.000	Praseodimio . .	Pr	140.92
Cerio . . . . .	Ce	140.13	Radio . . . . .	Ra	225.97
Cesio . . . . .	Cs	132.81	Rado (emanazione)	Rn	222
Cloro . . . . .	Cl	35.475	Rame . . . . .	Cu	63.57
Cobalto . . . . .	Co	58.94	Renio . . . . .	Rh	102.9
Cripto . . . . .	Kr	82.9	Rodio . . . . .	Re	102.9
Cromo . . . . .	Cr	52.01	Rubidio . . . . .	Rb	85.45
Disprosio . . . .	Dy	162.46	Rutenio . . . . .	Ru	101.7
Elio . . . . .	He	4.002	Samario . . . . .	Sm	150.43
Erbio . . . . .	Er	167.64	Scandio . . . . .	Sc	45.10
Europio . . . . .	Eu	152.0	Selenio . . . . .	Se	79.2
Ferro . . . . .	Fe	55.84	Silicio . . . . .	Si	28.06
Fluoro . . . . .	F	19.00	Sodio . . . . .	Na	22.997
Fosforo . . . . .	P	31.02	Solfo . . . . .	S	32.06
Gadolinio . . . .	Gd	157.3	Stagno . . . . .	Sn	118.70
Gallio . . . . .	Ga	69.72	Stronzio . . . . .	Sr	87.63
Germanio . . . .	Ge	72.60	Tallio . . . . .	Tl	204.39
Hafnio . . . . .	Hf	178.6	Tantalio . . . . .	Ta	181.5
Idrogeno . . . .	H	1.0078	Tellurio . . . .	Te	127.5
Indio . . . . .	In	114.8	Terbio . . . . .	Tb	159.2
Iridio . . . . .	Ir	193.1	Titanio . . . . .	Ti	47.90
Itterbio . . . . .	Yb	173.5	Torio . . . . .	Th	232.12
Ittrio . . . . .	Y	88.93	Tulio . . . . .	Tu	169.4
Jodio . . . . .	J	126.93	Tungsteno . . . .	W	184.0
Lantanio . . . .	La	138.90	Uranio . . . . .	U	238.14
Litio . . . . .	Li	6.940	Vanadio . . . . .	V	50.95
Lutezio . . . . .	Lu	175.0	Xeno . . . . .	X	130.2
Magnesio . . . .	Mg	24.32	Zinco . . . . .	Zn	65.38
Manganese . . . .	Mn	54.93	Zirconio . . . .	Zr	91.22
Mercurio . . . .	Hg	200.61			

Il simbolo accanto al nome dell'elemento è non solo l'indice abbreviato del nome dell'elemento, ma esprime anche il *peso atomico* di esso, definito secondo Cannizzaro, come « la più piccola quantità di elemento contenuta nel peso molecolare del corpo semplice o di tutte le sue combinazioni ». Il peso molecolare alla sua volta è definito come « il doppio della densità gassosa riferita all'idrogeno » e rappresenta quella quantità di sostanza, espressa in grammi, che trasformata allo stato gassoso occupa a 0° e 760 mm. di pressione il volume di litri 22,4, che è il volume occupato da due grammi di idrogeno.

Ogni peso molecolare può essere espresso da una formula che è l'insieme dei simboli atomici costituenti la molecola. Esempio: col simbolo  $H$  rappresentiamo l'atomo di idrogeno e il suo peso atomico che è 1, preso come unità di misura. Coll'espressione  $H_2$  si suole indicare la formula dell'idrogeno, cioè il peso molecolare che diventa così 2. Esprimendo questa quantità in grammi, si ottiene che la grammo-molecola dell'idrogeno è 2, cioè gr. 2 è il peso di litri 22,4 di idrogeno.

Con l'espressione  $H_2O$  indichiamo la formula dell'acqua costituita dagli elementi idrogeno e ossigeno, la cui molecola è composta da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno e la cui grammo-molecola è di gr. 18, cioè 2 grammi di idrogeno e 16 di ossigeno. Il che significa che trasformando allo stato gassoso gr. 18 di acqua, questi occupano a 0° e 760 mm. litri 22,4. Dianzi si è detto che litri 22,4 di idrogeno pesano gr. 2, per la qual cosa il rapporto fra il peso molecolare dell'acqua e quello dell'idrogeno è dato da  $\frac{18}{2} = 9$ , che rappresenta precisamente la densità dell'acqua-gas rispetto all'idrogeno-gas, densità che è precisamente la metà del peso molecolare secondo la definizione data.

Con i simboli e le formule chimiche potremo quindi esprimere tutte le trasformazioni chimiche che stechiometricamente sono a nostra conoscenza. Intendendo per stechiometria tutte le misure quantitative ponderali e volumetriche che si riferiscono ai pesi atomici e ai pesi molecolari.

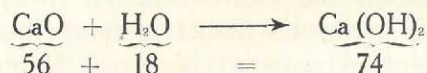
Il peso atomico di ogni elemento è una quantità costante che si trasporta invariata da una combinazione all'altra. Perciò

agli effetti di una massa tanto fa riferirci al corpo semplice libero, quanto alle sue combinazioni.

Per esempio col simbolo *Ag.* rappresentiamo oltrel'atomo, gr. 108 di argento. Con la formula  $AgNO_3$  rappresentiamo la molecola del nitrato d'argento e precisamente gr. 170 di nitrato d'argento, i quali contengono gr. 108 di argento; agli effetti ponderali gr. 170 di nitrato d'argento corrispondono a gr. 108 di argento metallico.

E difatti il prezzo del nitrato d'argento è precisamente in relazione al prezzo dell'argento metallo, rispetto alla quantità contenuta nel nitrato, e in tutte le sue combinazioni. È precisamente sulla costanza del peso atomico e sulla costanza del peso complessivo, prima e dopo la reazione, che una equazione chimica ha valore quantitativo costante.

Quando facciamo reagire, per esempio, l'acqua sulla calce, sappiamo che:



e se prendendo le quantità stechiometriche di 56 gr. di calce viva e 18 gr. di acqua non si ottenessero gr. 74 di calce spenta, ciò vuol dire che le sostanze impiegate o prodottesi non erano pure, e dalla variazione del peso, prima e dopo la reazione, potremo anche risalire alla percentuale di impurezze contenute nelle sostanze reagenti fra loro.

Questo, come è facile comprendere, ha una importanza tecnico-economica di primo ordine, poichè dai pesi delle sostanze poste a reagire e da quelli prodottesi dopo la reazione, potremo seguire l'andamento di ogni processo chimico di trasformazione agli effetti economici di rendimento.

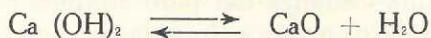
Oltre a ciò dobbiamo sempre tener presente che durante la trasformazione chimica una variazione di energia si effettua sempre e precisamente, qualora la trasformazione si compia con sviluppo di energia, essa si chiama « esotermica », e se per la trasformazione dobbiamo somministrare continuamente energia, essa si chiama « endotermica ».

Per la qual cosa il valore economico di ogni trasformazione chimica, non solo dipende dal valore economico delle masse che prendono parte alla reazione ma anche dalla somma

algebraica delle energie necessarie a che la trasformazione si compia.

*Equilibri chimici.* — Se gettiamo della calce viva nell'acqua, si sviluppa del calore (che potremo misurare esattamente) e tutta la calce viva si trasforma in idrato di calcio, secondo l'equazione surriferita.

Ma se prendiamo questa calce spenta, la mettiamo in un tubo chiuso e la scaldiamo tenendo conto della temperatura e della pressione, vedremo che per ogni determinata temperatura corrisponde una determinata pressione e la formazione di determinate quantità delle masse presenti:



cosicchè l'aumento di temperatura legata ad una pressione costante, determina la sparizione o la comparsa di uno dei costituenti in modo che i loro rapporti rimangono costanti. In altri termini, una volta fissata la temperatura anche tutti i valori costituenti il sistema chimico è fissato, e si dice di aver raggiunto l'equilibrio delle masse attive (le masse che reagiscono).

Il valore quantitativo di ciascun costituente il sistema in equilibrio dipende dalle condizioni di temperatura, di pressione, e qualche volta dalla presenza di una terza sostanza chiamata catalizzatore. Per esempio nella reazione:

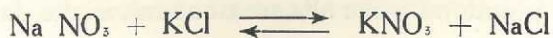


è la presenza di un catalizzatore che può aumentare, a parità di condizioni di temperatura e pressione, la percentuale di ammoniaca che si forma.

I casi di reazione reversibile sono anche più frequenti in soluzione, dove la formazione di precipitati o di prodotti insolubili, questi spostano l'equilibrio verso la formazione di uno soltanto dei costituenti, in prevalenza assoluta sugli altri.

Un esempio pratico e caratteristico è dato dalla preparazione industriale del nitro di conversione ( $\text{KNO}_3$ ).

Si uniscono insieme due soluzioni sature di nitrato di sodio e cloruro potassico, a caldo si forma l'equilibrio:



lasciando raffreddare il sistema e mantenendolo costante sui 100° il cloruro di sodio, che è il meno solubile, precipita e l'equilibrio si porta con formazione prevalente di nitrato potassico.

Lo studio quantitativo degli equilibri chimici è regolato dalla legge di Gulberg e Waage.

*Classificazione delle sostanze secondo le loro proprietà chimiche.* — Per conoscere le proprietà chimiche delle sostanze bisogna trasformarle in altre o per decomposizione o per combinazione.

Cosicchè ogni prodotto può presentare in sè una somma di proprietà chimiche secondo le reazioni a cui dà origine; distingueremo però fra tutte le reazioni quella che è « *caratteristica* » e per la quale la sostanza è individuata.

Questo significa che vi possono essere reazioni comuni ad un certo numero di sostanze per cui queste possono essere rispetto a quella reazione, raggruppate insieme.

Così per esempio se prendiamo della fenoltaleina, noi vediamo che essa dà una colorazione rosso-sangue con un numero straordinario di sostanze di origine assai diversa.

Ebbene a queste sostanze che fanno diventar rossa la fenoltaleina, oppure fanno diventar azzurro il tornasole, giallo il metilorange ecc., è stato dato il nome di sostanze a *natura basica* o *basi*.

Ve ne sono altre che scolorano la fenoltaleina, che arrossano il tornasole, che fanno diventare viola il metil-orange, bleu il rosso congo ecc., e a queste sostanze è stato dato il nome di sostanze a *natura acida* o *acidi*.

Tutte le altre che non hanno alcuna azione sugli « indicatori » si chiamano sostanze a *natura neutra* o *neutre*.

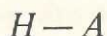
Cosicchè tutta la grande congerie dei prodotti chimici che conosciamo o sono a natura acida o basica o neutra. Quelle sostanze che indicano la natura acida o basica si dicono indicatori.

L'aver più sostanze caratteri chimici identici significa avere una costituzione chimica analoga nel senso che hanno in comune un determinato costituente. Questo può essere o un elemento della medesima natura, o un « radicale », intendendosi per radicale un aggruppamento atomico il quale non esiste che

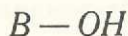
in combinazione ma si può trasportare invariato da una combinazione all'altra.

Così potremo stabilire una formula generale per gli acidi e una per le basi, in quanto che la natura acida è presentata da tutti i prodotti che contengono l'idrogeno unito ad un radicale che perciò si chiama radicale acido, e le basi contengono l'ossidrile unito ad un radicale basico.

Quindi un acido si rappresenta con



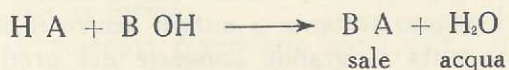
dove  $H$  è l'idrogeno,  $A$  il radicale acido; così, per esempio,  $HCl$  acido cloridrico,  $H_2SO_4$  acido solforico,  $HNO_3$  acido nitrico, ecc., e le basi con



dove  $B$  è un radicale basico e  $OH$  è l'ossidrile; per esempio:  $NaOH$  idrato sodico (soda caustica),  $Ca(OH)_2$  idrato di calcio (calce),  $NH_4OH$  idrato ammonico (ammoniaca).

L'elemento necessario per la reazione acida è  $H$ , e quello necessario per la reazione basica è il radicale  $OH$ ; aggiungeremo che tale reazione agli indicatori non si manifesta che in soluzione acquosa, ma se anche non potessimo rivelare questa reazione perchè la sostanza non è solubile nell'acqua, non cessa tuttavia il concetto di acidità o di basicità poichè questa può manifestarsi nel senso della attitudine di un acido a neutralizzare una base o viceversa, e il nuovo prodotto che si ottiene viene chiamato *sale*.

La salificazione perciò nella forma più generale si può esprimere:



Perciò tutte le volte che un acido agisce su una base, si forma dell'acqua e il radicale acido si unisce col radicale basico, con la formazione di un composto neutro chiamato *sale*.

Così dicendo abbiamo ammesso implicitamente l'equivalenza fra il radicale acido e basico, poichè se così non fosse il composto che ne risulta non potrebbe essere neutro.

Il concetto di *valenza* risulta precisamente dalla capacità di saturazione o di sostituzione che un atomo ha per un altro atomo e ci si riferisce all'atomo dell'idrogeno come punto di riferimento. Cioè, chiamasi *monovalente* quell'elemento o radicale che atomicamente sostituisce o si combina con un atomo di idrogeno.

Per esempio,



il sodio è monovalente.

*Bivalente* è quell'elemento o radicale che atomicamente sostituisce due atomi di idrogeno; per esempio:



Diciamo subito che la valenza massima presentata o dagli elementi liberi o dai radicali è sette.

Se in generale ogni elemento tende a manifestare una spiccata forma per una determinata valenza, questa però può variare per determinate forme di combinazione. E precisamente elementi che combinandosi con l'idrogeno sono mono, bi, trivalenti diventano epta, esa, pentavalenti con l'ossigeno. Per esempio:

2) $\text{H}_2 \text{S}$ acido solfidrico	$\text{SO}_3$ anidride solforica
1) $\text{H Cl}$ acido cloridrico	$\text{Cl}_2\text{O}_7$ anidride perclorica
3) $\text{NH}_3$ ammoniaca	$\text{N}_2\text{O}_5$ anidride nitrica

Secondo le vedute moderne la valenza degli elementi ha la sua ragione d'essere in ciò che si potrebbe chiamare « elettro-affinità ».

Parlando delle proprietà radioattive abbiamo accennato alla costituzione atomica e alla importanza della « sfera esterna » o di « reazione » presentata dagli elettroni planetari. Abbiamo anche detto che il numero di questi elettroni è quello che segna il posto numerico d'ordine degli atomi, per cui si potrebbe fare una tavola degli elementi disponendoli secondo il loro numero crescente atomico, e secondo il numero degli elettroni di reazione o della sfera esterna, tenendo presente che gli altri si dispongono in sfere concentriche di otto.

Facciamo subito rilevare che gli elementi a otto elettroni nella zona di reazione sono quelli che non partecipano a nessuna reazione chimica, sono cioè chimicamente inerti.

Consideriamo il sodio n. 11, la cui sfera di reazione contiene un solo elettrone ( $2 + 8 + 1$ ), e prendiamo, per es., il cloro n. 17, la cui sfera di reazione contiene 7 elettroni ( $2 + 8 + 7$ ), dalla loro unione nella combinazione cloruro di sodio, è l'ione negativo cloro ( $2 + 8 + 7 + 1$ ) che si addiziona all'ione positivo sodio ( $2 - 8 - 1$ ).

Lo zinco n. 30 ( $2 + 8 + 18 + 2$ ) avrà bisogno di due ioni negativi di cloro per compensare i due elettroni perduti dallo zinco nella formazione del suo ione positivo ( $2 + 8 + 18 + 2$ ).

Il concetto della valenza chimica si ricollega dunque a quello della compensazione elettronica. Un atomo è monovalente se possiede nella sfera periferica di reazione uno o sette elettroni; è bivalente se nella sfera periferica di reazione contiene due o sei elettroni; trivalente se contiene tre o cinque; tetravalente se ne contiene quattro. In definitiva la somma delle valenze che possono essere cedute da un elemento per essere acquistate dall'altro con cui si unisce è sempre uguale a otto, cioè tende verso lo stato d'inerzia chimica, cioè verso la configurazione dell'atomo dei gas rari, per ciò che concerne la zona elettronica periferica.

In ogni modo il concetto di valenza non deve essere confuso con quello di equivalenza, poichè indipendentemente dalla valenza atomica o del radicale, noi possiamo stabilire per ogni sostanza una quantità che equivalga, per esempio, a un grammo di idrogeno nel senso che può combinarsi, sostituirsi o in qualche modo corrispondere a un grammo di idrogeno. A questa quantità abbiamo dato il nome di *equivalente chimico*.

È stato così fissato l'equivalente chimico di un acido, quella quantità di acido che può cedere o lasciare sostituire un grammo di idrogeno e l'equivalente chimico di una base quella quantità che corrisponde a un ossidrile, cioè un equivalente chimico di un acido neutralizza esattamente un equivalente chimico di base con la formazione di una grammo-molecola di acqua, vale a dire 18 gr. di acqua.



— Tavola degli elementi secondo il numero atomico —

1 Idrogeno H = 1.008

2 Elio He = 4

3 Litio Li = 6,94 (1)	11 Sodio Na = 23 (1)	19 Potassio K = 39,1 (1)	37 Rubidio Rb = 85,5 (1)	55 Cesio Cs = 132,8 (1)	87 Virginio Vi = (1)
		20 Calcio Ca = 40,1 (2)	38 Stronzio Sr = 87,6 (2)	56 Bario Ba = 137,4 (2)	88 Radio Ra = 226,0 (2)
					89 Actinio (3)
		21 Scandio Sc = 45,1 (3)	39 Ittrio Y = 39 (3)	57 Lantanio La = 138,9 (3)	90 Torio Th = 232,1 (4)
				58 Cerio Ce = 140,2 (3)	91 (5)
				59 Praseodimio Pr = 140,9 (3)	92 Uranio U = 238,2 (6)
				60 Neodimio Nd = 144,3 (3)	
				61 (3)	
				62 Samario Sm = 150,4 (3)	
				63 Europio Eu = 152,0 (3)	
				64 Gadolinio Gd = 157,3 (3)	
				65 Terbio Tb = 158,9 (3)	
				66 Disprosio Dy = 162,5 (3)	
				67 Osmio Ho = 164,9 (3)	
				68 Erbio Er = 167,3 (3)	
				69 Tulio Tu = 168,9 (3)	
				70 Iterbio Yb = 173,0 (3)	
				71 Lutetio Lu = 174,9 (3)	
				72 Hafnio Hf = 178,5 (4)	
				73 Tantalio Ta = 180,9 (4)	
		22 Titanio Ti = 48,1 (4)	40 Zirconio Zr = 91,2 (4)		
		23 Vanadio V = 51,0 (5)	41 Niobio Nb = 92,9 (5)		
				74 Tungsteno W = 183,8 (6)	
		24 Cromo Cr = 52 (6)	42 Molibdeno Mo = 95,9 (6)	75 Renio Re = 186,2 (6)	
		25 Manganese Mn = 54,9 (6)	43 Masurio Ma = (6)	76 Osmio Os = 190,2 (6)	
		26 Ferro Fe = 55,8 (6)	44 Rutenio Ru = 101,1 (6)	77 Iridio Ir = 192,2 (6)	
		27 Cobalto Co = 58,9 (6)	45 Rodio Rh = 102,9 (6)	78 Platino Pt = 195,1 (6)	
		28 Nichel Ni = 58,7 (6)	46 Palladio Pd = 106,4 (6)		
				79 Oro Au = 196,9 (6)	
		29 Rame Cu = 63 (1)	47 Argento Ag = 107,9 (1)	80 Mercurio Hg = 200,6 (2)	
4 Berillio Be = 9,1 (2)	12 Magnesio Mg = 24,3 (2)	30 Zinco Zn = 65 (2)	48 Cadmio Cd = 112,4 (2)	81 Tallio Tl = 204,4 (3)	
5 Boro Bo = 11,0 (3)	13 Alluminio Al = 27,0 (3)	31 Gallio Ga = 69,7 (3)	49 Indio In = 114,8 (3)	82 Piombo Pb = 207,2 (4)	
6 Carbonio C = 12,0 (4)	14 Silicio Si = 28,1 (4)	32 Germanio Ge = 72,6 (4)	50 Stagno Sn = 118,7 (4)	83 Bismuto Bi = 208,9 (5)	
7 Azoto N = 14,0 (5)	15 Fosforo P = 31,0 (5)	33 Arsenico As = 74,9 (5)	51 Antimonio Sb = 121,8 (5)	84 Polonio Po = (6)	
8 Ossigeno O = 16 (6)	16 Solfo S = 32 (6)	34 Selenio Se = 78,9 (6)	52 Tellurio Te = 127,6 (6)	85 Alabamio Ab = (7)	
9 Fluoro F = 19 (7)	17 Cloro Cl = 35,5 (7)	35 Bromo Br = 79,9 (7)	53 Iodio I = 126,9 (7)		
				86 Radon Em = 222 (8)	
10 Neon Ne = 20,2 (8)	18 Argo Ar = 39,9 (8)	36 Cripto Kr = 83,8 (8)	54 Xenio X = 131,3 (8)		

— Il numero d'ordine è il numero atomico —

— I numeri tra parentesi sono gli elettroni della sfera esterna —

Le soluzioni che rispettivamente in un litro contengono disciolto l'equivalente chimico di una sostanza si chiamano *soluzioni normali*. È evidente che una parte aliquota di soluzione normale di acido neutralizza l'eguale parte aliquota di soluzione normale di base, e con queste soluzioni si può determinare l'acidità o la basicità dei composti che si considerano (analisi volumetrica, acidimetrica e alcalimetrica).

È difficile che di qualsiasi prodotto merceologico non si debba tener conto della reazione acida o basica sia qualitativamente che quantitativamente.

L'acidità interessa specialmente i prodotti alimentari; essa è un indice del loro stato di conservazione, o di alterazione e in molti casi delle eventuali sofisticazioni. L'acidità della carne, del latte, del vino, delle farine, del caffè, del cacao, è richiesta quasi sempre nell'analisi di controllo di codesti prodotti. Essa deve essere compresa entro limiti relativamente ristretti. Una acidità troppo forte può essere il principio della fermentazione o di aggiunta voluta di sostanze acide; nel caso, per esempio, dell'aceto e del vino, viceversa, un'acidità debole o addirittura la reazione alcalina può essere dovuta ad una più o meno avanzata putrefazione, come avviene per le farine, per la carne, ecc.

Si dà il nome di *gradi di acidità* di un grasso al numero di  $\text{cm}^3$  di una soluzione alcalina normale necessaria per neutralizzare l'acidità di 100 gr. di grasso.

Si dice invece *numero di acidità*, il numero dei milligrammi di idrato potassico necessari per neutralizzare un grammo di grasso. Esso si ottiene moltiplicando per 0,5611 il grado di acidità.

Diamo qui i limiti massimi di gradi di acidità tollerati per alcune sostanze alimentari:

SOSTANZE	GRADO DI ACIDITÀ TOLLERATA
Latte . . . . .	4,5
Crema . . . . .	4,5
Burro . . . . .	6,0
Olii commestibili . . . . .	10,0
Farine . . . . .	0,250 ( <i>espressa in acido lattico 0,009</i> ).

In acido lattico si esprime pure l'acidità dei formaggi. In acido acetico (fattore di riduzione 0,06) l'acidità volatile del vino, e in acido tartarico (fattore di riduzione 0,075) l'acidità fissa o totale, e in generale l'acidità totale delle frutta.

Ecco alcuni esempi di acidità di frutta:

	ACIDITÀ IN AC. TARTARICO
Susine . . . . .	2,75
Mele . . . . .	3,60
Fichi . . . . .	1,21

Ecco, pure, l'acidità di alcuni grassi solidificati per riduzione:

Olio di arachide solidificato . . . . .	1,00
» » sesamo solidificato . . . . .	0,50
» » cotone solidificato . . . . .	0,60
» » pesce solidificato . . . . .	1,10
Burro di cacao solidificato . . . . .	0,40

Nella maggior parte dei casi è necessario stabilire la natura dell'acido che ne crea la reazione, se di origine inorganica o di origine organica, e se si tratta di acidi liberi o così detti semicombinati (bisolfati, bisolfiti, bicarbonati, ecc.).

Anche per le sostanze che senza essere alimentari hanno relazione coll'uso interno o esterno al nostro organismo il dato della reazione acida o basica può essere la condizione di accettazione o rifiuto o limitazione di uso o svalutazione. Questo sia detto, per esempio, dei saponi e in genere di tutti i prodotti di toletta, delle stoffe per biancheria e vestiti, dei cuoi per le scarpe, ecc. E non meno importante poi è la reazione acida o basica dei prodotti per uso medicinale, terapeutico, antisettico, o semplicemente sterilizzante.

Per quanto riguarda i materiali da costruzione sappiamo che essi si distinguono precisamente in materiali acidi e basici e dalla loro unione e prevalenza dipende la stabilità, la resistenza e la maggior parte delle loro proprietà fisico-meccaniche. È noto che l'indice di idraulicità è espresso dal rapporto fra le percentuali degli elementi acidi (silice, allumina, ossido di ferro) e degli elementi basici (calce, magnesia, ossidi alcalini).

Oltre a questi dati che interessano specialmente la tecnica di preparazione dei materiali cementanti, anche la reazione acida o basica dei materiali già in azione può indicare meglio le condizioni della loro applicazione.

E quanto si è detto per le sostanze alimentari, di abbiigliamento e costruttive, potrebbe ripetersi per i fertilizzanti del terreno, per i foraggi, per tutti i prodotti agrari.

Non c'è industria chimica in cui l'andamento di una reazione non sia attentamente seguito dall'apparire della reazione acida o basica, o dalla scomparsa di ambedue, come indice della fine della preparazione.

Quando l'ambiente acido o basico o neutro non sia la condizione necessaria per la tecnica di preparazione di determinati prodotti per raggiungere le migliori condizioni di rendimento, oppure la condizione necessaria di stabilità per la conservazione e il trasporto (sostanze infiammabili, esplosivi facilmente decomponibili).

Per gli olii lubrificanti, per quelli dei trasformatori l'acidità è condizione di accettazione o di rifiuto e può essere causa di gravi conseguenze per i meccanismi o le condutture con cui vengono a contatto.

## 2. - L'azione dell'acqua.

SOMMARIO. - Acqua di imbibizione, igroscopica, di cristallizzazione - Prodotti cristallizzati e anidri - Acqua di costituzione - Formazione degli acidi e delle basi - L'acqua nella trasformazione dei composti organici e nella creazione delle funzioni chimiche - Fenomeni di riduzione e di ossidazione.

Dal punto di vista merceologico le proprietà chimiche che più interessano sono quelle che contemplano il comportamento con l'acqua e con l'aria, trovandosi le merci generalmente a contatto con questi due corpi.

L'acqua può agire come:

- acqua di imbibizione,
- acqua igroscopica,
- acqua di cristallizzazione,
- acqua di costituzione.

L'acqua di imbibizione è quella assorbita dai corpi per il fenomeno della capillarità. Per i materiali da costruzione è un dato che si ricollega alla gelività, ed è un indice anche della porosità del materiale.

I tessuti in genere presentano verso l'acqua un potere assorbente più o meno marcato, ed è, o meglio dovrebbe essere, nullo per i tessuti impermeabili.

Con adeguati trattamenti si può conferire al cotone un potere idrofilo assai notevole e tanto più esso è idrofilo, tanto più è adatto per uso di medicazione.

Le polveri in generale sono idrofile, quantunque alcune siano decisamente idrofughe come la polvere di licopodio.

L'acqua di imbibizione viene separata comunemente con mezzi meccanici per mezzo delle centrifughe o idroestrattori, costituiti da gabbie metalliche bucherellate e girevoli intorno ad un perno con velocità di migliaia di giri al minuto secondo.

L'acqua di imbibizione si presta per compiere molte falsificazioni nel senso di rendere più pesanti le merci, come il carbone domestico, il coke, la legna, la carta e molte sostanze alimentari.

L'acqua di imbibizione in qualche industria è mezzo necessario di lavorazione, per es. nella lisciviazione delle sabbie argillose, nella modellazione dell'argilla, per la fabbricazione delle terre cotte, delle maioliche e delle porcellane, nella presa del gesso da lutare e del cemento, nella stampa e stiratura dei tessuti, oltre che nella preparazione di prodotti alimentari come il pane, le paste, i dolci ecc., nella stempera dell'inchiostro di china, delle colle agglutinanti, nella stagionatura del legno e la compressione dei legni compensati, nella lavorazione del sughero, nella modellazione e formazione dei feltri per i cappelli, e finalmente nella disintegrazione meccanica delle fibre tessili, nella fabbricazione della carta, o nella reintegrazione della lana meccanica; nella macerazione della canapa e del lino per la formazione del tiglio, e finalmente in tutti i casi di preparazione di infusi con erbe secche, o nei casi di necessità di far « rinvenire » prima dell'uso un prodotto organico precedentemente seccato, come le pelli da concia, lo stoccafisso, semi, frutta, ecc.

*L'acqua igroscopica.* — Se si lasciano seccare all'aria le

sostanze imbevute d'acqua, dopo un certo tempo si stabilisce un equilibrio fra l'umidità del corpo e quella dell'aria, nel senso che l'umidità del corpo varia pochissimo col variare dell'umidità atmosferica. Questo residuo di umidità che si toglie soltanto scaldando il corpo in stufa a 100°, si chiama « acqua igroscopica ». Si può dire che non ci sia nessun corpo che sia perfettamente privo di acqua igroscopica e la percentuale varia entro limiti assai larghi da valori infinitesimali a quantitativi veramente forti come avviene nei corpi deliquescenti (cloruro di calcio); le quali sostanze servono appunto per creare degli ambienti secchi nei così detti essiccatori.

L'umidità è una determinazione che deve essere sempre fatta nei controlli analitici, poichè i risultati si debbono riferire quasi sempre alla sostanza secca a 100°; quando per alcune non convenga l'essiccazione all'aria asciutta, se col riscaldamento può essere sottratta oltre l'acqua igroscopica anche, in parte quella di cristallizzazione o di costituzione.

È facile comprendere che durante il trasporto specialmente alla rinfusa le merci sono esposte alle variazioni della umidità atmosferica e il peso può notevolmente cambiare dal centro di produzione al mercato di distribuzione. Tanto è vero che nelle contrattazioni o si accorda una tara prevista, dovuta alla variazione di peso causata dalla umidità, o si accorda un limite di tolleranza nel valore percentuale di essa.

I prodotti appena estratti dalle miniere sono generalmente molto umidi, per esempio le ligniti, le torbe, le sabbie di cava, le piriti, e prima di essere poste in commercio si lasciano esposte all'aria perchè raggiungano il loro equilibrio con l'umidità atmosferica.

Il dato dell'umidità diventa un dato necessario di controllo per quei manufatti che richiedono nella loro preparazione delle forti quantità d'acqua, come per i saponi, e fra le sostanze alimentari il pane. Oltre a ciò la determinazione dell'acqua serve a scoprire l'aggiunta di essa in molti prodotti a scopo di falsificazione per aumentarne il peso o il volume, come avviene per i combustibili e per molte derrate alimentari.

La questione dell'umidità diventa un problema importante per il trasporto delle merci. Trasportare merci umide vuol dire gravare su di esse, le tariffe anche per un peso inutile che

è l'acqua. Sarebbe per esempio, un non senso far viaggiare un combustibile con oltre il 20 % di umidità.

Molte industrie di prodotti condensati, hanno la loro ragione d'essere oltre che per la possibilità della conservazione per molto tempo, anche per facilitarne il trasporto e quindi l'uso in paesi, dove altrimenti non sarebbe possibile, come avviene per la conserva di pomodoro e di frutta, il latte condensato, ecc.

Facciamo qui seguire una tabella con alcune percentuali di umidità:

COMBUSTIBILI

*(Umidità normale dei combustibili secchi all'aria).*

		massima	
Legna . . . . .	dal 20 %	al	25 %
Carbone di legna . . . . .	» 6	»	10
Torba . . . . .	» 10	»	30
Lignite . . . . .	» 8	»	20
Carboni fossili (antracite - litantrace)	» 0,5	»	3
Coke . . . . .	» 1	»	5

Oltre questi limiti i combustibili possono considerarsi bagnati.

ALIMENTARI

		massima	
Farine . . . . .	dal 12 %	al	14 %
Pane . . . . .	» 30	»	35
Paste alimentari . . . . .	» 13	»	14
Amidi e fecole . . . . .	» 16	»	20
Carni insaccate . . . . .	» 13	»	45
Estratti di carne solidi . . . . .	» 17	»	20
Estratti di carne liquidi . . . . .	» —	»	65
Burro, qualità buona . . . . .		»	12
Burro, qualità mediocre . . . . .		»	16
Formaggi . . . . .	» 30	»	50
Cioccolatta . . . . .	» —	»	—
Miele . . . . .	» 8	»	21

PRODOTTI VARI

		massima	
Caucciù . . . . .	dal 1 %	al	8 %
Guttaperca . . . . .	» 0,5	»	2
Cuoio (non imporrato) . . . . .	» 16	»	20
Cuoio al cromo . . . . .	» 14	»	16
Perfosfati minerali . . . . .	» 10	»	15
Perfosfati d'ossa . . . . .	» 13	»	10

L'acqua di cristallizzazione è quella che è necessaria alla formazione delle sostanze cristalline. Essa entra nella costituzione molecolare in quantità stechiometriche, vale a dire per ogni molecola della sostanza anidra si aggiungono una o più molecole d'acqua. Per esempio, il solfato di rame  $CuSO_4 \cdot H_2O$ , il carbonato di sodio  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ , il solfato di sodio  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ , il gesso  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , ecc.

L'acqua di cristallizzazione in qualche caso è stabilissima, e non è ceduta che a temperature superiori ai 100°. In qualche caso la sostanza cristallina all'aria specialmente asciutta, sfiorisce, perde l'acqua in quantità variabile trasformandosi in polvere con minore quantità di acqua. Questo avviene per quelle sostanze che cristallizzano con un numero rilevante di molecole di acqua.

Il solfato di rame all'aria si ricopre di una patina opaca perchè va perdendo acqua di cristallizzazione, sfiorendo. Il solfato di rame viene controllato, non tanto per la percentuale di rame presente, quanto per la quantità di  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  il quale è solubile nell'acqua, mentre quello sfiorito generalmente non si scioglie perchè trasformato in parte in idrato e in parte in carbonato. Quindi l'analisi di un solfato di rame dovrebbe essere fatta sulla soluzione acquosa e solamente acquosa.

La soda può essere messa in commercio cristallizzata (soda Leblanc) e secca (soda Solvay); si capisce che la quantità di  $Na_2CO_3$  nella soda Solvay è il doppio circa di quella contenuta nella soda Leblanc. Agli effetti del trasporto è sempre più economica la soda secca.

Anche il solfato di sodio può essere posto in commercio



tanto allo stato anidro che cristallizzato, e per non incorrere in equivoci è sempre opportuno che sia indicato tanto nell'ordinazione, quanto nella consegna se si tratta dell'uno o dell'altro.

I composti anidri tendono a riassumere l'acqua di cristallizzazione per trasformarsi nel composto cristallino; questa proprietà è la caratteristica nel caso del gesso cotto (solfato di calcio naturale a cui per riscaldamento è stata tolta l'acqua di cristallizzazione), poichè riassumendo l'acqua perduta, fa « presa », indurisce aumentando di volume e perciò si impiega come materiale accessorio da costruzione e per modellazione di sculture o di forme.

Per la proprietà che hanno le sostanze anidre di riassumere piuttosto avidamente almeno in parte le molecole d'acqua di cristallizzazione perdute, queste si usano come « disidratanti ». Per esempio il solfato di rame anidro si usa per disidratare l'alcool del commercio durante la sua rettificazione di laboratorio.

Qualora la cristallizzazione dia luogo alla formazione di cristalli grossi, nell'interno di essi può essere occlusa dell'acqua di interposizione, e durante il riscaldamento quest'acqua trasformandosi in vapore produce degli scoppietti, come avviene molte volte, per esempio, scaldando il sale grosso da cucina.

In qualche caso nella quantità d'acqua di cristallizzazione, col riscaldamento il sale fonde in una specie di soluzione satura, e proseguendo produce notevoli rigonfiamenti come avviene, per esempio, col borace:  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ .

Molte volte le sostanze esposte all'aria umida, (mal conservate) sviluppano « il salso », dovuta alla formazione dei cristalli con l'acqua atmosferica.

Questo avviene per qualche qualità di sapone ordinario, contenente eccessive quantità di soda; per gli oggetti di rame, e qualche muratura che sia a contatto con le sostanze organiche in putrefazione e subiscono la fermentazione nitrica (salnitro). Le stoffe impermeabili trattate col solfato di alluminio se non sono state convenientemente rilavate possono dopo qualche tempo dar luogo alla formazione qua e là di macchie bianche di allume (gli allumi sono dei solfati doppi che cristallizzano con ben 24 molecole di acqua).

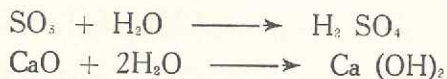
\* \* \*

*Acqua di costituzione.* — Considereremo come acqua di costituzione quella che fa parte integrante della molecola del corpo, di modo che il corpo, più che essere costituito dalla somma di un certo numero di molecole d'acqua, è costituito dagli elementi di essa. L'eliminazione dell'acqua di costituzione trasforma perciò quella che si può chiamare la « funzione chimica » del corpo.

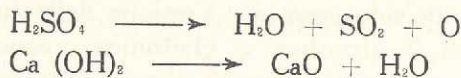
Dal punto di vista merceologico l'acqua di costituzione non ha importanza che per la creazione della entità merceologica, essa ha invece fondamentale importanza per lo studio chimico della costituzione dei corpi e per la tecnica industriale chimica.

Già abbiamo accennato che l'acqua combinandosi con le anidridi crea gli acidi, e combinandosi con gli ossidi crea le basi.

Esempio:



Nell'acido solforico e nell'idrato di calcio noi ritroviamo non più la molecola acqua ma gli elementi dell'acqua, la quale può riformarsi in determinate condizioni di temperatura. Difatti scaldando a temperatura elevata tanto l'acido solforico che l'idrato di calcio, otteniamo:



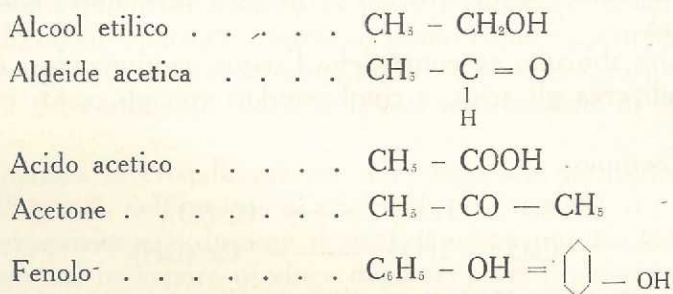
Assai più importante è l'azione degli elementi dell'acqua nei composti organici. Qui la trasformazione della funzione chimica dovuta alla eliminazione dell'acqua dal composto organico è evidentissima.

Dalle nozioni generali della chimica organica, sappiamo che la maggior parte dei composti di essa sono costituiti dalla presenza dei quattro elementi: C, H, O, N, di cui i due fondamentali sono il C e H, senza i quali non si può parlare di composti organici.

Anzi questi due elementi da soli formano una numerosa categoria di composti chiamati col nome generico di « idrocarburi », la cui diversa funzione dipende dagli aggruppamenti diversi fra gli atomi di carbonio (catene aperte, catene chiuse, legami semplici, doppi, tripli, atomi di carbonio primari, secondari, terziari, radicali alchilici, fenilici, ecc.).

L'introduzione di un atomo di ossigeno crea una serie di funzioni tra le quali sono l'*alcoolica*, espressa dal radicale  $-OH$  (unito ad una catena aperta); l'*aldeidica* espressa dal radicale  $-C=O$ ; *chetonica* espressa dal radicale  $-C_1-O$ ;  $-C_1-$ ; l'*acida* espressa dal radicale  $-COOH$ ; la *fenolica* data dal radicale  $-OH$  unito ad un ciclo chiuso ecc.

Esempi:



Si capisce che in molecole più complesse queste funzioni addizionandosi fra loro e ripetendosi, possono creare altre costituzioni molecolari con manifestazioni di altre funzioni chimiche.

Citeremo un solo esempio: l'unione delle funzioni alcoolica e aldeidica, o alcoolica e chetonica creano quella serie importante di composti organici che si chiamano col nome generico di carboidrati, a cui appartengono gli zuccheri, gli amidi, le cellulose, ecc.

In tutti questi composti noi non possiamo parlare di molecole di acqua come quelle dovute all'acqua di cristallizzazione, ma di « elementi dell'acqua », cioè idrogeno e ossigeno, i quali in determinate condizioni di ambiente possono dare origine alla formazione dell'acqua.

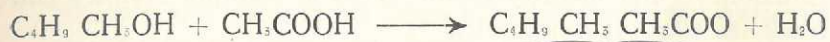
Ecco perchè distillando a secco composti organici che contengono ossigeno si ha sempre formazione di acqua, come

avviene distillando a secco il legno, le ligniti, le torbe, i carboni fossili, la carta, gli schisti bituminosi, lo zucchero, ecc., con distruzione totale della molecola del composto organico fondamentale.

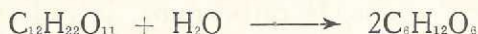
Ma senza ricorrere a questi processi energici di demolizione, gli elementi dell'acqua appartenenti a molecole diverse possono reagire fra loro e creare nuovi composti con funzioni diverse.

È così che un alcool può unirsi ad un acido organico, con formazione di un *sale etereo* (saponificazione).

L'alcool amilico con l'acido acetico dà l'acetato di amile:



Lo zucchero di canna addizionando gli elementi dell'acqua si trasforma in due molecole di glucosio (zucchero invertito).

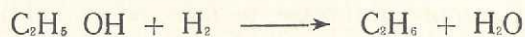


E l'amido si trasforma pure in glucosio:

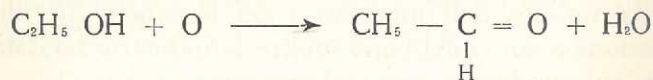


In una trasformazione l'assumere idrogeno o eliminare ossigeno, si chiama « riduzione », viceversa assumere ossigeno e eliminare idrogeno si chiama « ossidazione ».

Esempi: un alcool per riduzione dà l'idrocarburo corrispondente, così l'alcool etilico dà l'etano:



Viceversa per ossidazione dà l'aldeide e per ulteriore ossidazione l'acido:



Non è il caso qui di entrare in esempi più complicati, ma si potrebbe dimostrare facilmente che la maggior parte delle trasformazioni della chimica organica, condensazioni molecolari, sintesi organiche, fermentazioni, e anche molti dei processi vitali, non sono che trasformazioni dovute a fenomeni di riduzione e ossidazione.

Biologicamente il fenomeno della riduzione segna una degradazione del processo vitale, mentre l'ossidazione segna una vivificazione del processo vitale.

Chimicamente l'ossidazione è una esaltazione delle affinità chimiche con tendenza alla funzione acida; mentre la riduzione è una manifestazione verso la stabilità chimica con tendenza alla funzione basica.

Basterà accennare che l'introduzione dell'ossigeno nei composti organici sotto forma di gruppi nitrici ha determinato i più potenti esplosivi (nitroglicerina, tritolo, ecc.), e la introduzione di idrogeno porta alla formazione dei prodotti della putrefazione: le amine, le carbilamine, la cadaverina, la putrescina, ecc.

Sono appunto queste reazioni di riduzione e ossidazione che hanno creato le grandi industrie odierne della chimica organica, come l'industria dei grassi solidi, per riduzione degli oli liquidi (olio di arachide, di colza, di pesce, ecc.), l'industria sintetica dei colori, quella dei profumi, quella dei prodotti farmaceutici.

L'industria dell'alcool, dell'etere, del meta sono riferibili a fenomeni di ossidazione. Di qui la grande importanza dello studio di questi fenomeni per la tecnologia dell'industria chimica.

Di non minore interesse tecnico ed economico sono i fenomeni di ossidazione e riduzione nel campo della chimica inorganica, basterà accennare alla preparazione sintetica dell'acido nitrico e dell'ammoniaca, dell'acido solforico, del cloro e dei composti ossigenati del cloro (ipocloriti e clorati) per avere un'idea dell'importanza dei fenomeni di riduzione e ossidazione a cui si debbono inoltre le industrie fondate sulla sbianca, sul candeggio, sui craking, ecc.

### 3. - Le proprietà naturali.

SOMMARIO. - Le scienze naturali e lo studio dei prodotti merceologici - Sistematica, morfologia, istologia, cristallografia, petrografia - Geografia vegetale - animale - minerale - L'indaco come esempio di prodotto naturale - Confronti con l'indaco sintetico - Le varietà commerciali - Scienza e Merceologia.

Con questa espressione vogliamo indicare le proprietà delle merci, come sono offerte dalla natura, e il cui studio rientra in quello delle scienze naturali vere e proprie: botanica applicata, zoologia applicata, mineralogia applicata, come del resto veniva classificata un tempo, con questi termini, la « merceologia ».

Si capisce che sono necessarie le nozioni fondamentali della sistematica per ordinare i prodotti naturali nella loro classificazione. Inoltre è necessario conoscere la struttura morfologica dell'individuo e l'anatomia delle singole parti, con i dati sommari istologici se si tratta di organismi, e della struttura cristallografica o petrografica se si tratta di minerali.

L'applicazione industriale richiederà l'uso di parti speciali dell'individuo organico: radici, fusto, foglie, fiore, ecc. ecc.; o di filoni particolari di rocce, o separazione più dettagliata di forme cristalline.

Sarà necessaria una statistica della produzione delle varie zone della terra con la descrizione delle proprietà globali del prodotto, le quali, risultando non da un solo ed unico costituente, ma dal complesso dell'organismo non saranno mai identiche col variare del luogo di coltivazione o di produzione, o della natura geologica.

Riferiamoci ad un esempio caratteristico. L'indaco si distingue in quello d'Asia, in quello d'Africa e in quello d'America, e per ogni Continente è specificata la regione. Dell'Asia quello preferito è l'indaco di Giava per la maggior purezza e rendimento nel prodotto colorante, il quale è distinto in ben 11 qualità:

- 1° indaco azzurro sopraffino;
- 2° indaco azzurro fino;
- 3° indaco azzurro violetto;

- 4<sup>o</sup> indaco sopraffino violetto;
- 5<sup>o</sup> indaco sopraffino purpureo;
- 6<sup>o</sup> indaco fino violetto;
- 7<sup>o</sup> indaco buono violetto;
- 8<sup>o</sup> indaco violetto rossastro;
- 9<sup>o</sup> indaco violetto d'ardesia;
- 10<sup>o</sup> indaco rosso buono;
- 11<sup>o</sup> indaco metallico, buono ordinario, ecc.

Non meno numerose sono le varietà dell'indaco d'Africa e d'America. Queste varietà dipendono dalle numerose specie di piante di cui le più stimate sono l'Indigofera tintoria, l'Indigofera amil, l'Ind. disperma, l'Ind. argentea. Meno considerate sono la Ind. pseudotintoria, hirsuta, sericea, augusti-folia, trifoliata, glabra, glauca, ecc.

La sostanza colorante è l'*indigotina*, che trovasi nella pianta sottoforma di un glucoside, l'indicano, che si decompone in uno zucchero e in indigotina.

Quando si usavano come colorante le parti della pianta che più erano ricche del prodotto tintorio, è certo che sul mercato si dava la preferenza al prodotto naturale che segnava il maggior rendimento in colorante, e la maggior facilità di trattamenti sussidiari, i quali variavano con la complessa natura del prodotto naturale. Quindi veniva segnalato al mercato con la percentuale di sostanza colorante variabile dal 20 % all'80 %.

Il principio colorante tintorio, come si è detto, è l'indigotina; la quale in sè è identica qualunque sia la pianta d'indaco da cui si estrae, ma adoperando come materia tintoria il tessuto della pianta, il carattere dell'indigotina, viene in certo qual modo denaturato dalla presenza di altri principî, alcuni dei quali anche tintori contenuti nei tessuti delle piante, la cui struttura varia da specie a specie nelle diverse regioni.

Alle proprietà intrinseche del prodotto puro, si sostituiscono le proprietà del prodotto naturale che è un insieme di tessuti varî.

E quello che si è detto per l'indaco si può ripetere nel campo farmaceutico per es. per la corteccia di china, il cui valore è segnato dalla percentuale di alcaloide che contiene, in relazione agli altri prodotti naturali presenti.

Analogamente si può ripetere nell'industria conciaria per quelle sostanze tannanti il cui principio attivo è il tannino, ma la cui origine è tanto diversa da legno a legno da cui si estrae. Anzi in questo caso vi è di più: l'azione conciante è un complesso derivato dal principio attivo e dalle altre sostanze che si trovano insieme nel prodotto naturale.

Cosicchè le proprietà naturali sono un insieme di proprietà risultanti dalla somma di tutti i prodotti presenti nel prodotto naturale.

Basterà accennare anche all'azione tipicamente diversa delle acque minerali naturali e artificiali, quantunque queste ripetano i medesimi elementi contenuti in quelle, per capire l'importanza delle proprietà naturali riferentisi ai prodotti come ci sono offerti dalla natura.

Oggi con la preparazione sintetica della indigotina, il compito del tintore è oltremodo facilitato, poichè usa un prodotto che è al 98-100 % di resa in colorante, e non teme che gli infusi possano alterarsi come avveniva per i prodotti naturali di provenienza diversa. Basta questo esempio per capire che le proprietà naturali possono variare in qualità e quantità con l'origine del prodotto, creando le così dette *varietà commerciali*; onde la necessità di definire la natura botanica di esso se si tratta di piante, la natura zoologica se si tratta di un animale, e la natura geologica se si tratta di un prodotto minerale.

Con lo sviluppo delle preparazioni dei principî attivi sia delle piante che degli animali, e specialmente con le attuali industrie sintetiche chimiche l'uso diretto dei prodotti naturali è andato restringendosi e limitandosi quando al prodotto naturale si possa convenientemente sostituire il principio attivo, sia quello estratto sia quello sintetico.

Ma vi sono prodotti naturali che necessariamente si devono usare tali e quali, e diventano oggetto di larghissimo commercio. Basterà, per i prodotti vegetali, accennare al grano, al vino, all'olio, alle piante tessili, al caucciù, al caffè e al thè; e per i prodotti animali, alle carni da macello e a tutte le industrie connesse; e nel regno minerale a tutti i materiali da costruzione per capire quale vasto campo occupa ancora lo studio dei prodotti naturali nella loro essenza e natura, per



l'uso che di essi si fa in relazione alle loro proprietà non tanto intrinseche dei singoli principî costitutivi, quanto per l'insieme della loro struttura organica o minerale.

\* \* \*

Da quanto è stato detto intorno a tutte le proprietà delle cose, si può ripetere che se le Scienze naturali offrono le merci, la Chimica le crea e la Fisica ci dà il mezzo di sceglierle. Tutte insieme queste scienze convergono verso il sistema energetico a miglior rendimento dal quale dipende l'energon-merce e il livello economico della entità merceologica nell'economia generale.

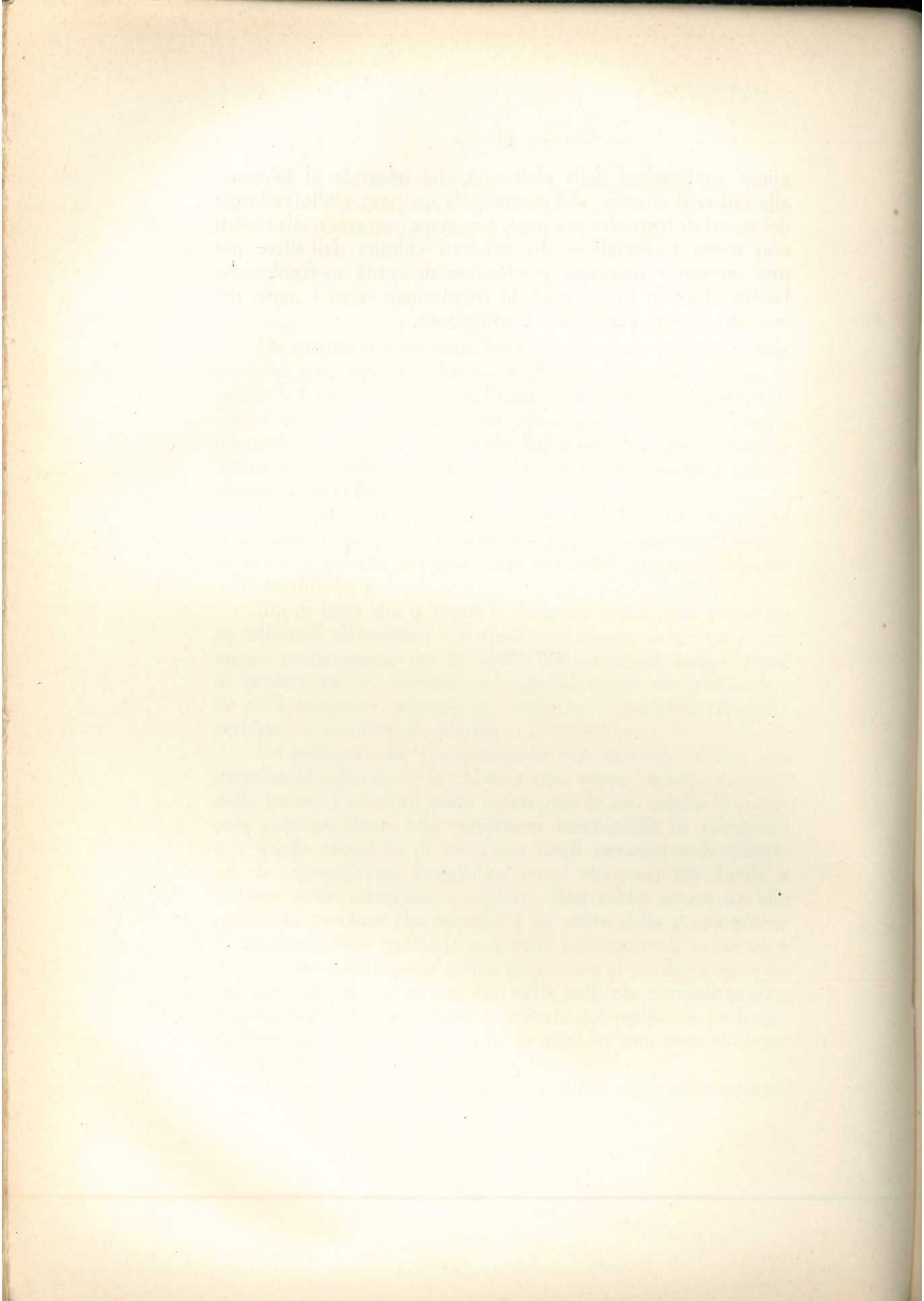
La scienza rappresenta, per così dire, il cuore di questo organismo, le proprietà ne sono il sistema circolatorio, e l'economia è il sistema nervoso come fattore di spinta, di arresto o di equilibrio.

Sta di fatto che le merci si scelgono per le loro proprietà in relazione all'energon e il conoscere queste proprietà è una buona preparazione per la scelta. Le proprietà sono i titoli di preferenza sul mercato, per quelle merci che riuniscono in sè il maggiore numero di condizioni favorevoli all'applicazione, al commercio, all'uso e al consumo.

Lo sviluppo del cinematografo non sarebbe assurdo alla grandiosità odierna se la chimica non avesse saputo scegliere dalla natura i prodotti onde creare con le sue sintesi la pellicola corrispondente alle condizioni meccaniche di resistenza e a quelle chimiche di recezione degli innumerevoli reattivi per la riproduzione fotografica senza alterarsi; ma docile a trattarsi nello sciogliersi e saldarsi. Basterebbe accennare alle numerose sostanze che entrano a far parte della preparazione e creazione delle pellicole e a tutti i trattamenti a cui esse devono essere sottoposte prima di arrivare al pubblico raccolto nei cinema, per dimostrare che nella pellicola cinematografica si sono date convegno tutte le scienze col reciproco perfezionamento di mezzi, di consigli, di aiuti in una vera simbiosi scientifica.

Il seme gettato dalla scienza fruttifica oggi nelle meravi-

gliose applicazioni della elettricità, dal telegrafo al telefono, alla radio, al cinema, al fonografo da un lato; e allo sviluppo dei mezzi di trasporto per terra, per mare, per aria e alla sintesi non meno meravigliosa dei prodotti chimici dall'altro, per una sempre e maggiore produzione di entità merceologiche facilitandone in tutti i modi la circolazione verso i centri del mercato e verso l'individuo consumatore.



## PARTE SECONDA

---

# CONCETTO MERCEOLOGICO DELLA ENERGIA

*«L'Energia fa parte del patrimonio  
economico mondiale».*

LA VITA ECONOMICA

CONCETTO MERCELOGICO  
DELLA MONETA

di G. S. ...  
... ..

## VI.

# PRODUZIONE, TRASFORMAZIONE, CONSUMO DELL'ENERGIA

### 1. - L'energon.

SOMMARIO. - Processi sintetici e fattore energetico - Merce-massa e merce-energia - Il quantum di energia è problema economico - Ciclo energetico del lavoro utile e dispersivo - Somma algebrica delle energie di produzione - Confronto con l'energia teorica di formazione - i fattori che influiscono sull'energon - Entità merceologiche naturali, estrattive, sintetiche - Analisi economica energetica - Entropia economica - Importanza economica, energetica della catalisi.

La merceologia che è sorta dallo scambio di droghe, spezierie, profumi e alimenti, tratti dai prodotti naturali, limitata al concetto di analisi e controllo delle merci e a quello della necessità di scambio, coll'iniziarsi delle industrie economiche è andata assumendo uno sviluppo sempre crescente verso il concetto economico generale, riguardante non solo l'individuo consumatore, ma le singole classi dei produttori in una armonia economica nazionale e internazionale.

La merceologia ha limitato fino a poco tempo fa il suo compito a fare delle merci una serie di classificazioni secondo la loro origine, la loro natura, il loro uso, oppure a considerarle come oggetto di consumo, o come strumento fiscale, o come mezzo doganale, e soltanto nello scambio trovava le ragioni dei valori economici, ma ora, col prodigioso sviluppo delle industrie sintetiche in cui si fabbricano le merci applicando varie forme di energie ai prodotti naturali, va assumendo sempre maggiore importanza il « fattore energetico »:

intendendo per esso il quantum di energia che ogni tipo di merce rappresenta sia per la produzione che per lo scambio.

Quando i mercati erano nutriti soltanto dallo scambio di merci offerte direttamente dalla natura (grano, cotone, lana, seta, caucciù, frutta, carne, ecc.) non si è mai pensato che queste rappresentassero, oltre al fattore qualitativo e quello quantitativo di massa, anche un altro fattore, quello di quantità di energia.

E ciò perchè nella produzione di merci naturali, l'energia consumata è quella che ci proviene dal sole, energia che agli effetti economici non è stata mai presa fin ora in considerazione.

Ma quando si iniziarono le industrie estrattive, meccaniche e chimiche sintetiche, il problema dell'energia necessaria alla trasformazione dei prodotti naturali si impose e sopra tutto per quelle nazioni a cui faceva difetto le materie prime più economiche per la produzione di energia.

Oggi è evidente che sul costo effettivo di un prodotto, coeteris paribus, ha decisiva importanza il costo della energia necessaria a creare la merce.

Una merce non rappresenta quindi soltanto « una massa » ma anche un « quantum di energia », e il problema economico consiste precisamente di ridurre al minimo questo quantum di energia, che bisogna impiegare globalmente per la produzione di essa.

Così per esempio l'esistenza dell'idrogeno e dell'ossigeno è legata al quantum di energia che richiedono per sè il gas idrogeno ed il gas ossigeno, e se questi due gas li vogliamo ottenere dalla trasformazione dell'acqua, dobbiamo somministrare all'acqua una certa quantità di energia (elettrica o calorifica) perchè questa addizionandosi, nella costituzione dell'idrogeno e dell'ossigeno renda possibile la loro esistenza separatamente. E quando l'idrogeno e l'ossigeno si ricompongono per ridare l'acqua, si riottiene l'energia di cui l'idrogeno e l'ossigeno hanno avuto bisogno per la loro separazione dall'acqua.

Il ciclo energetico si chiude e a conti fatti, nessun deprezzamento economico sembra determinarsi se dal sistema acqua, attraverso all'idrogeno e all'ossigeno, sia pure impiegati a scopi diversi, da ultimo lo stesso quantitativo di idrogeno e lo stesso quantitativo di ossigeno riproducono l'acqua.

Tutto ciò sarebbe giusto se l'energia consumata per pro-

durre l'idrogeno e l'ossigeno dall'acqua fosse rappresentata soltanto da quella costitutiva dell'idrogeno e l'ossigeno separati, e se l'energia da essi ridata nella loro combinazione fosse ricondotta integralmente al livello della energia originaria.

Ma qualunque forma di energia che compie un lavoro sia esso dinamico, chimico, termico, elettrico, ecc. accanto al lavoro che chiameremo «utile» si produce un lavoro «dispersivo».

L'insieme del lavoro utile e dispersivo che crea un'entità merceologica si può riassumere nel concetto di Energon. Con questa espressione si vuole rappresentare la somma algebrica delle energie prodotte artificialmente, che deve aggiungersi a qualsiasi materia prima, per creare da quella una nuova entità merceologica.

Per valore commerciale energetico vogliamo intendere il valore di un prodotto merceologico, determinato sia dalla natura della sua materia prima, sia dalle condizioni tecnologiche della sua trasformazione.

Ogni tipo di merce rappresenta in definitiva una somma di energie che è sempre superiore alla energia teorica costitutiva del prodotto.

Per esempio l'idrogeno considerato dal punto di vista merceologico non solo è il corpo semplice idrogeno, gassoso, rappresentato dal fattore peso e volume, ma è idrogeno in quanto rappresenta in sé una massa energetica propria che è stata creata a spese di una quantità diversa di altre energie.

Difatti la quantità teorica per la formazione di un metro cubo di idrogeno per elettrolisi dell'acqua è di Kwh. 4,10, mentre invece se ne consumano nelle condizioni più economiche Kwh. 6.

Se noi rappresentiamo con  $\varepsilon$  l'energia teorica costitutiva della unità di massa-merce e con  $\Sigma_e$  la somma di energia spesa per crearla, è sempre:

$$\Sigma_e > \varepsilon$$

Per l'idrogeno la somma  $\Sigma_e = 6$  Kwh., mentre  $\varepsilon$  è sempre costante espresso da Kwh. = 4,10.

Gli energon-merce sono rappresentati da  $\Sigma_e$ .

Essi perciò non rappresentano una costante per una medesima unità di qualità di merce, ma la differenza:  $\Sigma_e - \varepsilon = \eta$



tende verso un minimo, il quale dipende da tutte le condizioni di utilizzazione delle energie disponibili.

L'optimum di un processo tecnologico sarebbe quello di portare  $\eta = 0$ . Ma pensare a ciò, sarebbe lo stesso che pensare di fare  $K = 1$ , nella espressione termodinamica:

$$E = K \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

la quale espressione nel concetto economico-energetico assume la medesima forma:

$$V_e = K \frac{\Sigma_e - \eta}{\Sigma_e}$$

dove  $V_e$  rappresenta il valore tecnologico energetico.

In altre parole se  $\varepsilon$  è la quantità teorica necessaria di energia per l'esistenza di un prodotto merceologico,  $\Sigma_e$  è la quantità di energia che praticamente si deve consumare. La differenza  $\Sigma_e - \varepsilon = \eta$  è l'eccedenza di energia consumata, sulla quale eccedenza influiscono tutti i fattori tecnologici, che creano precisamente un processo industriale.

Il valore di  $\eta$  è suscettibile di un minimo; quando questo minimo è stato raggiunto, nella tecnologia delle trasformazioni, quel processo deve essere riguardato come il più economico.

Raggiungere per  $\eta$  un valore ancora inferiore non si può, a patto di cambiare il processo industriale in un altro, dove sia stato introdotto un nuovo sistema di risparmio di energia, sia sotto forma reale che di recupero.

Il costo tecnologico di una merce, nella sua concezione energetica è determinata dal valore di  $\Sigma_e$  il quale è suscettibile di analisi se sono, come debbono essere, noti i termini della somma algebrica e i coefficienti economici di ciascun termine.

Il valore commerciale è, *coeteris paribus*, in funzione della differenza  $\Sigma_e - \varepsilon = \eta$ .

In questa espressione,  $\varepsilon$  (data la medesima qualità di prodotto) è una costante; cosicchè il valore commerciale di un prodotto, a parità di condizioni di mercatura, dipende dagli energon consumati per crearlo.

Abbiamo aggiunto, a parità di mercatura, poichè queste possono variare in modo che per un determinato prodotto

non sia condizione di necessità economica raggiungere per  $\gamma$  il minimo. Ciò può dipendere per es. dalla qualità del prodotto che si ottiene.

L'analisi degli energon-merce porta alla analisi delle singole sorgenti di energia. Il valore economico degli energon è sempre relativo al valore delle singole sorgenti di energia. Ecco perchè la somma  $\Sigma_e$  è una variabile non solo dipendente dal tipo del processo industriale, ma anche dalla possibilità o no di usare una sorgente di energia piuttosto di un'altra.

Gli energon rappresentano della energia consumata di cui una parte è stata collocata in uno stato potenziale economico nel prodotto merceologico. I fattori principali che influiscono su questo consumo di energon sono: il principio su cui si fonda il metodo di preparazione, la qualità e la quantità di energia per attuare il processo di fabbricazione.

Qualsiasi condizione si voglia stabilire per arrivare ad un prodotto merceologico è questione di consumo di energia. Sul quale influisce inoltre, per i prodotti naturali e tecnologici l'ubicazione e lo stato della materia prima e la concentrazione in essa del principio diremo così attivo; per i prodotti sintetici influiscono i processi tecnologici e il catalizzatore.

Distingueremo perciò le entità merceologiche in *naturali*, *tecnologiche estrattive*, *sintetiche*.

L'analisi del costo di un prodotto commerciale comprende due condizioni distinte; l'una d'indole puramente economica, l'altra d'indole tecnica.

L'analisi economica è di carattere generalmente applicabile a qualsiasi tipo di merce. Essa comprende la spesa inerente alla mano d'opera (salari, indennizzi, premi agli operai), gli stipendi agli amministratori locali e centrali, le spese di organizzazione commerciale (pubblicità, viaggiatori di commercio, magazzinaggio), le condizioni politiche, economiche, sociali, per cui si creano le tasse fiscali, le tariffe doganali, la libera vendita, i calmieri, i trusts, i dumpings, i cartelli, ecc. È evidente che queste condizioni esulano dal campo energetico e perciò limiteremo con alcuni esempi l'analisi delle condizioni tecnologiche per le quali si stabilisce il costo.

Condizioni tecnologiche che creano il costo di un prodotto naturale. Esempio: carbon fossile:

Consumo di energia per la lavorazione	}	Sotto terra	{	Ventilazione delle miniere	
				Prosciugamento di esse	
				Manutenzione dei pozzi	
				Manutenzione delle camere sotterranee	
				Mine	
				Trasporto del materiale dal filone alla alla superficie terrestre	
		}	Sopra terra	{	Cernita del materiale utile dallo scarto
					Pezzatura
					Trasporto dalla bocca di miniera al cen- tro di consumo

Dato che la lavorazione per l'estrazione dalle miniere di carbone fossile, il valore commerciale di esso dipende esclusivamente dal valore di  $\epsilon$ , ecco perchè la lignite, il cui valore di  $\epsilon$  è straordinariamente basso, non potrà mai competere col valore commerciale dell'antracite.

Essendo gli energon lignite uguali agli energon antracite,  $\eta_e$  lignite è sempre maggiore di  $\eta_a$  antracite. Nel caso del carbone fossile  $\epsilon$  può essere espresso in calorie il cui valore per l'antracite si aggira sulle 8000 calorie e per la lignite in media sulle 5000 calorie. Il che significa che le 5000 calorie lignite, per l'estrazione, vengono a costare quanto le 8000 calorie di antracite.

Dividendo queste per le rispettive  $\eta_l, \eta_a$  abbiamo:

$$\Sigma_{en} - 8000 = \eta_a \quad ; \quad \Sigma_{el} - 5000 = \eta, \quad \text{dove}$$

$$\text{essendo } \Sigma_{en} = \Sigma_{el} \quad \text{è sempre} \quad \frac{8000}{\eta_a} > \frac{5000}{\eta}.$$

Il rapporto  $\frac{\epsilon}{\eta}$  potremo assumerlo come l'espressione del valore commerciale positivo energetico di un prodotto il quale nel caso dell'antracite è sempre superiore a quello della lignite (vedi esempio del cemento a fine del capitolo).

Il rapporto  $\frac{\epsilon}{\Sigma_e}$  rappresenta invece la dispersione economica, la quale si identifica col concetto di entropia-economica, o spargliamento dei valori economici. Questo rapporto è un

indice della capacità economica la quale diventa tanto minore quanto maggiore è  $\Sigma_e$  e si annulla se  $\Sigma_e = \eta$ , poichè:

$$\text{Cap.tà Econ.ca} = \frac{\varepsilon}{\Sigma_e} (\Sigma_e - \eta).$$

Essa tende invece al valore massimo per  $\eta = 0$ , nel qual caso:

$$\text{Cap.tà Econ.ca} = \varepsilon$$

L'energia non solo la dobbiamo considerare in quanto è parte costitutiva della merce ma dobbiamo considerare come merce in sè, poichè sia per gli usi domestici che industriali, che di trasporto, è richiesta come si richiede un qualsiasi prodotto commerciale, tanto è vero che anche per l'energia si sono creati i centri di produzione, i centri di distribuzione, i mezzi di controllo del consumo analogamente ai centri di produzione della merce, ai centri di distribuzione (mercati), ai mezzi di controllo (misure di peso e di volumi).

Il gas illuminante, il carbone fossile ecc., sono esempi tipici di merci-energia e l'elettricità si dovrà considerare energia-merce, come energia-merce è il calore che dalle centrali termo riscaldatrici si distribuisce ai richiedenti come si pratica in alcune città della Germania. Per tutte queste energie-merci abbiamo i contatori che controllano il quantitativo di consumo.

La richiesta di una merce è fatta in base alla qualità, cioè alle sue proprietà, ordinatamente alla sua applicazione; così la richiesta delle diverse forme di energia è fatta ordinatamente alla convenienza di adoperare in qualche caso quella elettrica, in altri casi quella termica o dinamica o chimica ecc.

Perciò il termine di entità merceologica non solo definisce il concetto di merce ma anche quello di energia.

E per avere un'idea a quanto può ascendere il movimento economico nel consumo mondiale di energia, teniamo presente che dal censimento fatto nel 1928 il consumo mondiale ascese a 633.3 milioni di Kwh. annui, prodotti da materie combustibili, a cui si deve aggiungere altri 156 milioni, prodotti dalle centrali idroelettriche. Questa energia tradotta in *HP*, rappresenta la cifra di 1.073 milioni di *HP*, a vapore annui.

Se si tiene conto che di tutta questa energia solo il 30 %

al massimo viene trasformata in lavoro utile si capisce come il problema della utilizzazione razionale del combustibile, e per esso di ogni forma di energia sia immanente e si imponga in ogni Nazione.

La forma di energia più economica è quella naturale, data dal sole, dal mare, dal vento, dai vulcani. Ma l'impiego diretto di queste energie è ancora troppo scarso. Tuttavia accenneremo come si ricorra direttamente al sole per distillare l'acqua, per seccare prodotti, per concentrare soluzioni saline, ecc. Il vento è usato come motore nelle navi a vela, nei motori, nei mulini, negli elevatori di acqua, ecc. Si tenta di utilizzare la forza degli spostamenti delle maree, del dislivello di temperatura dell'acqua del mare alla superficie e a profondità diverse, ma sono tutti problemi posti allo studio, come quello della utilizzazione della energia intratomica che si manifesta nella disintegrazione dei corpi radioattivi.

Le forme di energia che costituiscono il fattore economico più importante sono: l'elettrica, la termica, la dinamica, la chimica. L'elettrica misurata in watt, la termica in calorie, la dinamica in chilogrammetri o meglio in cavalli vapore, *HP*, e la chimica sia dalla velocità di reazione o dalla quantità di energia elettrica o calorifica o dinamica sviluppata per effetto di una trasformazione molecolare.

Così il fenomeno chimico della combustione si misura in calorie, il fenomeno elettrico della soluzione dello zinco nell'acido solforico (pila di Volta) si misura in watt, e quello dinamico della combinazione dei gas nei motori a scoppio, in cavalli a vapore.

In ogni modo tutte queste diverse forme di energia si possono ricondurre al Kilowatt-ora, come espressione più generale e più semplice della misura del lavoro.

Di una forma importantissima di energia chimica è bene qui accennare per la quale tanto si avvantaggiò l'industria chimica in questi ultimi anni, voglio dire della « catalisi ».

« Catalisi » è quella forma potenziale di energia necessaria a mettere in movimento l'energia molecolare di trasformazione, entro limiti di temperatura inferiori alla temperatura teorica di reazione.

Un esempio sarà sufficiente per dimostrare l'importanza

economica del catalizzatore nel costo delle merci; sappiamo che il clorato di potassio si decompone alla temperatura di fusione verso i 250°.

La decomposizione a questa temperatura è lenta e non ne otterremo che la metà di ossigeno contenuta nel clorato; ma se a 250° noi aggiungiamo una piccola quantità di biossido di manganese non solo otteniamo tutto l'ossigeno contenuto nel clorato, ma lo otteniamo in un tempo così breve da dovere moderare la reazione coll'abbassare la temperatura verso i 200°.

Il biossido di manganese, che resta perfettamente inalterato, si chiama il catalizzatore di questa reazione.

È troppo evidente che l'ossigeno ottenuto senza catalizzatore avrebbe un costo di produzione straordinariamente superiore a quello ottenuto dal clorato di potassio in presenza del catalizzatore. Anzi diremo che l'uso industriale dell'ossigeno puro ottenuto dal clorato di potassio è soltanto possibile in quanto si è trovata la reazione catalitica di preparazione.

Così la preparazione dell'acido solforico, dell'ammoniaca, dell'acido nitrico, del cloro, della benzina sintetica, del glucosio, della glicerina, e di una quantità di altri prodotti della grande industria, è passata dalla preparazione di laboratorio alla preparazione industriale, soltanto dopo la scoperta del catalizzatore adatto alla trasformazione. E tanto più economica diventa la produzione quanto più il catalizzatore modifica le condizioni di preparazione col maggior risparmio delle altre forme di energia dispersiva.

La catalisi dunque si considera come una forma di energia latente, insita in ciascun individuo chimico, la quale agisce per contatto, con i corpi sui quali l'azione del catalizzatore può esplicarsi.

E ben sappiamo che il segreto di preparazione di molte sostanze è nel segreto del catalizzatore, di cui quella determinata fabbrica ne è venuta in possesso, e può colla produzione e qualità battere la concorrenza di altre fabbriche, o addirittura lanciare un prodotto la cui diffusione non sarebbe stata possibile, o per scarsità di prodotto o per troppo elevato costo; mentre così è portato alle trincee della concorrenza dalla scoperta del catalizzatore. Riassumendo:

Ogni merce va considerata non solo per ciò che rappre-

senta nella competizione dello scambio, ma anche come un prodotto la cui esistenza è legata agli energon di produzione, intendendo per energon la somma algebrica delle energie necessarie alla costituzione della massa-merce.

Per diminuire il coefficiente dispersivo economico dovuto agli energon bisogna aumentare la potenza e il rendimento economico di ogni macchina termica, elettrica, dinamica, e il rendimento energetico chimico nel senso della applicazione di migliorati meccanismi o di un catalizzatore o nella riutilizzazione dei prodotti di rifiuto, essendo precisamente gli energon la somma algebrica delle energie di produzione.

\* \* \*

Un esempio chiaramente dimostrativo, di quanto possa ottenersi nella diminuzione delle spese per consumi di combustibile e di energia elettrica (energon), con i miglioramenti tecnici introdotti nell'industria, è dato dalla fabbricazione dei cementi Portland a lenta presa, la quale conta poco più di cento anni di vita, ma solo negli ultimi dieci anni ha avuto incrementi così forti e tali da portarla fra le prime, sia per il valore tecnico dei suoi processi, sia per la qualità superiore dei suoi prodotti.

Per cementi Portland a lenta presa, secondo le norme ufficiali italiane 23 luglio 1932 si intendono: « i prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali, oppure di mescolanze intime di calcare e di materie argillose e con la successiva stagionatura e macinazione del prodotto di cottura ». Tale prodotto di cottura prima della macinazione si chiama clinker. Il clinker macinato insieme a circa il 5 % di gesso si chiama cemento.

Dalla definizione apparisce chiaro che i perfezionamenti di queste fabbricazioni possono svolgersi principalmente in due direzioni a parità di qualità del cemento da ottenersi:

1° minimo consumo di combustibile nella cottura delle materie prime crude;

2° minimo consumo di energia elettrica nella macinazione del materiale cotto-clinker, più gesso.

Dai vari processi in uso considereremo qui solo quelli

detti per *via secca* e cioè quelli nei quali le materie prime crude intimamente mescolate vengono introdotte nel forno di cottura con una umidità del 10 % circa.

Quale sarebbe il consumo teorico di combustibile che si avrebbe in un forno ideale, cioè senza perdite, per ottenere 1000 kg. di clinker ?

Facendo gli appositi calcoli su materiali supposti asciutti e facendo la somma algebrica (alcune reazioni sono esotermiche) delle varie quantità di calore richieste:

1° per dissociare i carbonati a circa 900°;

2° per far reagire la  $CaO$  con la  $SiO_2$  e la  $Al_2O_3$  fra 1300° e 1500° si vede che 420.000 calorie sarebbero sufficienti e cioè si vede che con il consumo di kg. 55 a 60 di carbone a 7500 calorie si otterrebbe il lavoro desiderato.

Invece nella fabbricazione dei Portland ai forni rotativi ordinari si consumano circa kg. 210 di carbone a 7500 calorie per produrre 1000 kg. di clinker. Dal confronto di queste cifre apparisce grosso modo come dal perfezionamento nell'attrezzatura del forno di cottura si possano realizzare economie rilevanti. Infatti come vedremo in seguito recentemente col forno « Lepol » tale consumo è stato abbassato a kg. 120 cioè è stato ridotto quasi alla metà.

Al riguardo dei consumi di energia elettrica, possiamo accennare che fino a diversi anni fa, per ogni *HP* consumato al mulino, quando si trattava di macinare dei clinker duri e ben cotti di forno rotativo alla finezza di residuo del 5 % sullo staccio di 4900 maglie, si producevano circa 15 kg. di cemento finito. Adesso invece a parità di consumo e di qualità di materiali si producono dai 25 ai 30 chilogrammi, cioè il perfezionamento nei mulini ha ridotto il consumo di energia elettrica circa alla metà.

Come si sono potuti ottenere questi perfezionamenti così notevoli, sia nei forni di cottura, sia negli apparecchi di macinazione ?

I primitivi forni nei quali si cuoceva il cemento erano forni a manica statici e cioè forni verticali con un tino più o meno alto nei quali si aveva un consumo di combustibile relativamente non elevato, ma si aveva l'inconveniente di un prodotto relativamente poco costante come qualità.



Dopo si cercò di ottenere dei prodotti di qualità più costanti e superiori nei forni orizzontali rotativi, nei quali il consumo di combustibile aumentò per altro di circa il 30 % in confronto del consumo che si aveva nei forni verticali.

Infine col forno « Lepol » (1930) che è una felice combinazione di un forno a griglia mobile con un forno rotativo orizzontale si ottenne il buon risultato di mantenere la regolarità e la qualità superiore dei clinker proprie del forno rotativo ordinario, conseguendo una economia di combustibile anche sul primitivo processo del forno verticale a tino.

Infatti i consumi di carbone a 7500 calorie per i tre tipi di forni sopra ricordati, sono all'incirca i seguenti per ottenere 1000 kg. di clinker di qualità comparabile:

forno verticale a tino . . . . .	Kg.	160
forno rotativo ordinario . . . . .	»	210
forno « Lepol » . . . . .	»	120

Le figure 6, 7, 8 mostrano l'insieme schematico di questi tre tipi di forni. La figura del forno « Lepol » ci è stata favorita dalla Società Polysius & C. di Dessau, costruttrice di tali forni. La forte economia di carbone viene realizzata in detto forno dal fatto che i gas che escono dalla parte estrema del tubo rotante attraversano i materiali ridotti in granuli che sono trasportati dalla griglia mobile effettuandone la essiccazione e la calcinazione con alto rendimento, mentre invece nei forni rotativi ordinari i gas caldi lambiscono sempre superiormente i detti materiali senza attraversarli mai ed il loro utilizzo termico rimane assai minore. Nei forni verticali i gas attraversano i materiali, ma questi si trovano in pezzi assai più grossi dei granuli coi quali si alimentano i forni Lepol.

I perfezionamenti nei mulini sono stati ottenuti aumentando la lunghezza, ma principalmente il diametro; suddividendo l'ambiente interno del mulino in più camere, aumentando fortemente i pesi dei corpi macinanti e studiandone accuratamente la forma più appropriata, cercando infine di limitare l'elevarsi della temperatura nell'ultima camera di finitura della macinazione. I migliori mulini a tre camere di dieci anni fa erano lunghi circa 10 metri ed avevano il diametro di m. 1,50, il peso dei corpi macinanti era circa 25 tonnellate.

I mulini a tre o quattro camere che si fabbricano adesso, sono lunghi 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> o 13 metri, hanno il diametro di circa m. 2,40 a m. 2,6, ed il peso dei corpi macinanti è salito a 50 o 60 tonnellate.

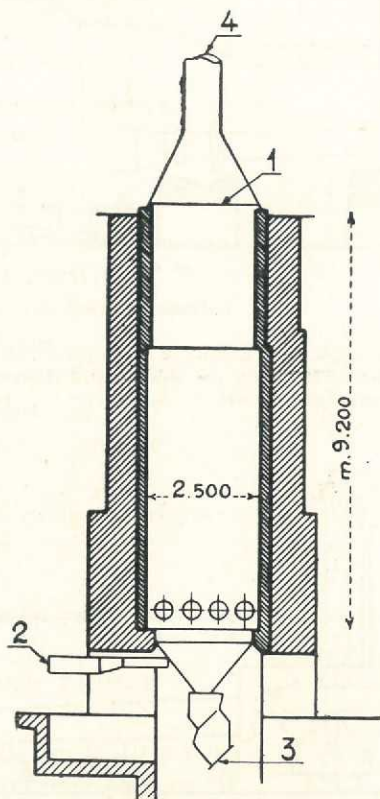


FIG. 1. - Forno verticale.

1. Caricamento materiali crudi e carbone.  
- 2. Entrata di aria a pressione. - 3.  
Uscita dei clinker. - 4. Uscita dei gas.

Terminiamo questi brevi cenni riportando alcuni calcoli particolareggiati che dobbiamo alla cortesia del Dott. Ingegnere Hans Bussmeyer di Dessau, il quale li ha compilati. In tali quadri viene fatto il confronto fra i consumi medi di combustibile e di energia elettrica nella fabbricazione di cemento Portland, cuocendo il clinker o al forno verticale o

al forno rotativo ordinario o al forno « Lepol ». I mulini si considera che siano eguali a dei più moderni. La diversità

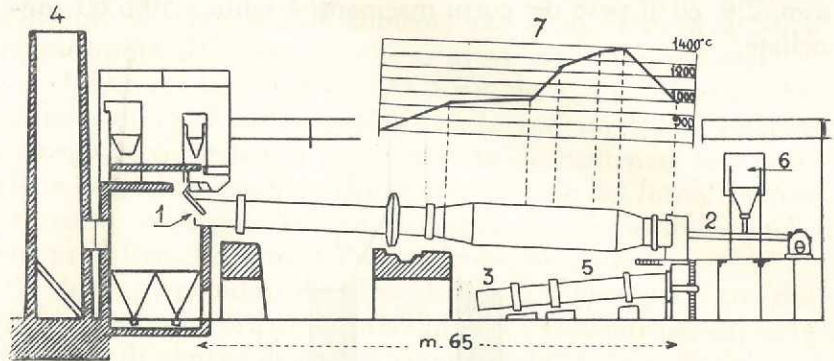


FIG. 2. - Forno rotativo.

1. Caricamento materiali crudi. - 2. Entrata di aria e polvere di carbone a pressione. - 3. Uscita dei clinker. - 4. Uscita dei gas. - 5. Tubo rotante raffreddatore dei clinker. - 6. Deposito della polvere di carbone. - 7. Diagramma delle temperature nelle varie zone del forno.

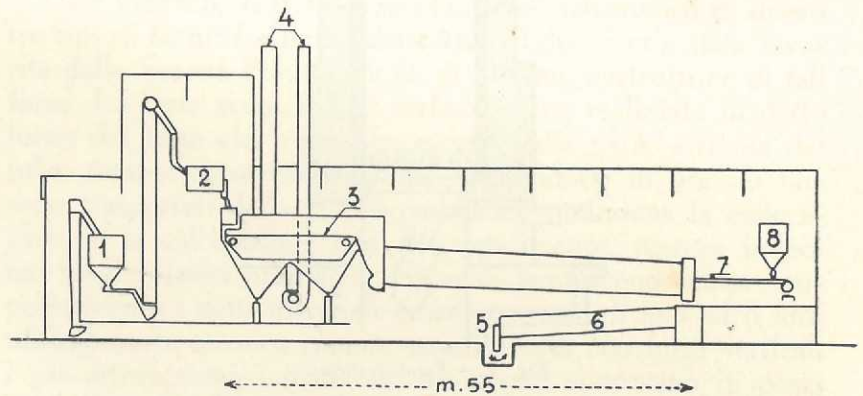


FIG. 3. - Forno « Lepol ».

1. Deposito dei materiali da cuocere preventivamente macinati. - 2. Apparecchio rotante per inumidire e conglomerare in granuli il materiale da cuocere. - 3. Griglia mobile coperta dai materiali da cuocere ed attraversata dai gas. - 4. Uscita dei gas. - 5. Uscita dei clinker. - 6. Tubo raffreddatore dei clinker. - 7. Entrata dell'aria e del carbone polverizzato. - 8. Deposito del carbone polverizzato.

di consumo di energia accusata ai mulini dipende dalle differenti durezza dei materiali considerati. Ripetiamo che si considerano qui solo le fabbricazioni dette per via secca, nelle quali i forni di cottura vengono caricati con marne frantumate,

oppure con calcari, marne od altri materiali argillosi, macinati insieme; le mescolanze crude contengono una umidità di circa il 10 %.

Consumi di energia elettrica e di carbone a 7500 calorie per produrre 1000 Kg<sup>\*</sup> di clinker.

	Verticale Fig. 1	Rotativo Fig. 2	« Lepol » Fig. 3
a) Consumo di energia elettrica in HP ora			
Frantumazione materie crude . . .	2.3	2.3	2.3
Asciug. idem prima della loro macinaz.	2.0	2.0	2.0
Macinaz. materie crude (1) . . .	40.0	40.0	40.0
Omogeneizzazione materie crude prima di caricarle ai forni . . . . .	7.5	7.5	7.5
Energia per azionare il forno . . .	14.5	8.4	11.0
Macinazione Cemento (2) . . . . .	30.0	38.0	38.0
Spostamenti clinker e Cemento . .	5.4	5.4	5.4
Insaccatura . . . . .	1.3	1.3	1.3
Depolverizzazione ambienti lavoro .	4.6	4.6	4.6
Impianti accessori . . . . .	2.6	2.6	2.6
<hr/>			
Totale cons. energia alle macchine operatrici . . . . .	112.1	112.1	114.7
Perdite alla Centrale Elettrica . .	22.0	22.4	22.9
<hr/>			
Totale alla Centrale (senza il consumo richiesto dalla polveriz. carbone HP	134.5	134.5	137.6
Lo stesso consumo espresso in Kw. ora	97.3	99.0	101.3

(1) La finezza alla quale si macinano le materie crude prima di caricarle nei forni è determinata dal residuo che esse lasciano sullo staccio di 4900 maglie per centimetro quadro e che deve essere circa il 10 %.

Le marne di composizione adattata si possono caricare nei forni anche tali e quali semplicemente frantumate in pezzi di 3 a 5 cm. economizzando così la spesa di macinazione del crudo.

(2) La finezza di macinazione del Cemento ha assai importanza sulla prontezza con la quale esso svolge la sua attività idraulica. Negli esempi sopra indicati si suppone che tale finezza corrisponda al residuo del 5 % sullo staccio di 4900 maglie al centimetro quadro.

Consumi di energia elettrica e di carbone a 7500 calorie per produrre 1000 Kg. di clinker.

	Verticale Fig. 1	Rotativo Fig. 2	« Lepol » Fig. 3
b) Consumi di carbone in Kg. (escluso consumo Centrale Elettrica)			
Asciug. materie crude prima della loro macinazione . . . . . Kg.	30	30	30
Carbone per la cottura del forno Kg.	160	210	120
Consumo per asciugare il carbone prima di usarlo al forno . . Kg.	—	2.2	1.4
Totale consumo per la fabbrica esclusa la Centrale . . . . . Kg.	190	242.2	151.4
c) Consumo di carbone alla Centrale Elettrica . . . . . Kg.	77	85.9	85.1
Consumo di Energia alla Centrale comprendendovi anche l'occorrenza per polverizzare il carbone Kw. ora	97.3	108.7	107.4
Consumo totale di carbone (Compresa la Centrale elettrica) . . Kg.	267.0	328.1	236.5
Consumo totale di Energia Kw. ora (idem e. s. ) Kw. ora	100.3	112.1	110.7

Dai quadri sopra riportati si vede che nella fabbricazione moderna col forno tipo « Lepol » il combustibile consumato direttamente al forno per la sola cottura è circa il 50 % del consumo totale di carbone necessario a tutta la fabbricazione compresa la produzione della energia elettrica (1).

(1) Le notizie relative ai cementi qui sopra riportate mi furono gentilmente favorite dall'amico Dott. Vieri Sevieri di Firenze.

## 2. - L'energia come sorgente di lavoro.

SOMMARIO. - La necessità della energia e delle sue varie forme - Equivalenza - Coefficienti di trasformazione - Fattore di tensione e di quantità - Lavoro, potenza, rendimento - Energie naturali - Necessità di utilizzarle - Esempio di Larderello - Confronto fra le diverse unità di misura - Energia elettrica - Il prezzo dell'energia - Energia termodinamica - Il fattore economico di rendimento - Energia chimica - Potenziale chimico - Effetto chimico molecolare - Catalisi e catalizzatori.

La necessità della nutrizione e delle comodità inducono l'uomo a lavorare la terra, a trasformare e trasportare prodotti, a costruire case, edifici, magazzini. E per fini sociali a creare mezzi di trasporto per mare, per terra, per aria: quando non sia, per necessità belliche, costretto ad accelerare il ritmo della vita in una polarizzazione totale di tutte le sue energie naturali e artificiali sovvertendo l'equilibrio fra le leggi economiche e le leggi energetiche.

Ogni energia è creatrice di lavoro: sia quella propria dell'uomo che quella degli animali, sia quelle naturali del sole, del vento, dell'acqua, sia quelle prodotte artificialmente dalla combustione dei combustibili, dalla caduta di acque, dalla esplosione degli esplosivi.

Il concetto di energia si può ricondurre a quello di una grandezza fisica dalla cui misura quantitativa dipende il valore di una tramutazione, e il bilancio economico di essa.

Perchè una tramutazione si compia è necessario che si compia un lavoro. Un peso che cade da una certa altezza (la caduta d'acqua entro una turbina) trasforma l'energia di peso in energia elettrica, calorifica, cinetica, chimica, raggianti, elastica o di volume. Il bilancio economico è determinato dall'equivalente di trasformazione di una energia in un'altra.

Teniamo presente che fino a tutt'oggi noi misuriamo soltanto le differenze di energie, vale a dire il guadagno o la perdita, senza per ora avere un'idea esatta del capitale globale

dell'energia contenuta nella unità di peso della materia; la quale per ogni grammo qualunque essa sia, contiene la medesima quantità di energia e questa quantità è addirittura enorme, tanto che le differenze di energie che noi misuriamo diventano trascurabili in confronto di essa. La quantità di energia di cui si carica il filamento di una lampada elettrica accesa, non farà variare che di qualche miliardesimo di miliardesimo di milligrammo il peso di quel filamento.

Il concetto della equivalenza della energia si ricollega con quello della conservazione della energia. Il lavoro compiuto dal peso di 1 kg. che cade da 430 metri di altezza viene trasformato nell'aumento di temperatura di 1 grado per 1 kg. di acqua. Questo significa che per portare 1 kg. di acqua ad un dislivello di 430 metri, o ad un dislivello di 1 grado C° di temperatura si spende la medesima quantità di energia. Ma ben diverse sono le condizioni, diremo così, di praticità termica per sollevare il peso di 1 kg. d'acqua a 430 metri, o per innalzare la sua temperatura di 1 grado. In questi due lavori c'è l'equivalenza teorica della trasformazione senza tener conto della variazione del lavoro che realmente occorre nell'uno o nell'altro caso, o in qualsiasi altro caso di trasformazione, dovuto a ciò che si utilizza e a ciò che va perduto; perduto, diremo così, ai fini economici, in quanto che teoricamente la quantità globale dell'energia è costante.

Una quantità di energia si può trasformare in un'altra quantità di energia secondo un coefficiente che si chiamerà: equivalente meccanico del calore, equivalente meccanico della elettricità, equivalente termoelettrico, termodinamico, termochimico, ecc.

Ogni forma di energia può compiere un lavoro e ogni quantitativo di energia potrà essere misurato dalla quantità di lavoro compiuto, e quindi trovare nell'unità di lavoro la correlazione delle diverse forme di energia.

Le forme di energia a cui ci riferiamo più comunemente sono: quella del lavoro meccanico, del lavoro elettrico, del lavoro termico; ad esse possiamo riferire il lavoro chimico e perciò limiteremo queste considerazioni generali al lavoro meccanico, elettrico, termico, chimico.

Nel senso più generale qualunque forma di energia è

data dal prodotto di due fattori: uno di essi è il fattore di « tensione » e l'altro di « quantità » (capacità).

Indicando con  $L$  il lavoro meccanico,  $P$  il peso di una determinata massa (fattore di quantità),  $A$  l'altezza (fattore di tensione) è:

$$L = P A$$

Indicando con  $Le$  la forza viva,  $M$  la massa,  $V$  la velocità è:

$$Le = 1/2 M V^2$$

E per l'energia elettrica abbiamo:

$$W = E I$$

Indicando con  $E$  la tensione elettrica o differenza di potenziale, con  $I$  la intensità di corrente,  $W$  il lavoro elettrico in Watt.

L'energia termica espressa in calorie  $C$  è data da:

$$C = Q t$$

dove  $Q$  è la quantità in peso di sostanza che ha subito una variazione di temperatura  $t$ . Se  $t$  è positivo allora  $C$  si esprime in calorie, se  $t$  è negativo ( $-t$ ) l'espressione diventa:

$$F = Q (-t)$$

dove  $F$  si esprime in frigorie.

Se  $Q$  è l'unità di peso dell'acqua e  $t = 1$  allora  $C$  ed  $F$  sono rispettivamente l'unità di misura della caloria e della frigoria. Cosicché la caloria è la quantità di calore che innalza di un grado l'unità di peso dell'acqua e precisamente: se si considera un grammo si ha la caloria grammo, se si considera un kg. si ha la grande caloria o caloria kg.

La frigoria è la quantità di calore ceduta o assorbita che fa diminuire di un grado l'unità di peso dell'acqua e anche per la frigoria avremo la piccola e la grande frigoria, a seconda che si tratta di un grammo o di un kg. di acqua.

Dell'energia chimica noi ne abbiamo una idea se si considera la quantità di sostanza trasformata nell'unità di tempo,



cioè dalla velocità di reazione, oppure dalla quantità di calore sviluppata da una reazione (potere calorifico), oppure dalla energia elettrica che un determinato sistema chimico può dare; per esempio la soluzione dello zinco nell'acido solforico nella pila di Volta, o le trasformazioni che avvengono negli accumulatori.

Giova inoltre ricordare che la *dine* è l'unità di forza, essa rappresenta la forza che sposta un grammo per centimetro. Dato che l'accelerazione della gravità è di 98 cm.,

$$\text{Un grammo} = 98 \text{ dine.}$$

Ricordiamo che l'*ergon* è l'unità di lavoro o il lavoro che compie un grammo spostandosi di un cm. in un secondo.

L'introduzione del tempo nel concetto di energia dà il concetto di potenza, cioè la misura dell'effetto energetico di un sistema; effetto che trova la sua applicazione soltanto in quanto si esplica in un determinato tempo.

Così un grave che scende dall'altezza di un metro compie il lavoro di un chilogrammetro, ma se questo lavoro è compiuto in un secondo o in un'ora ben diverso è l'effetto meccanico che si ottiene.

Così è per la combustione del carbone, la quale se si dovesse compiere in un tempo eccessivamente lungo non potrebbe servire da combustibile come non servirebbe da combustibile se la combustione avvenisse nella forma che avviene negli esplosivi.

Dalla combustione lenta, alla combustione esplosiva, abbiamo un'intera gamma di sostanze che hanno applicazioni diverse a seconda del lavoro compiuto nell'unità di tempo.

Il lavoro compiuto da una macchina considerato nel tempo costituisce la « potenza » di quella macchina.

Il lavoro compiuto da un grammo per effetto della accelerazione della gravità è di 981 ergon, il grammo considerato come forza rappresenta 981 ergon se tale spostamento avviene in un secondo.

Un kg. spostandosi di un cm. in un secondo compie 981 mila ergon, e se si sposta di un metro allora è:

$$\text{Kilogrammetro} = 98 \text{ milioni di Ergon} = 9,8 \cdot 10^7 \text{ ergon.}$$

Il chilogrammetro è l'unità di misura del lavoro meccanico, praticamente però si usa il cavallo a vapore (*HP*) che è dato da 75 chilogrammetri, perciò:

$$HP = 75 \text{ Kgrammetri} = 75 \times 9.8 \times 10^7 \text{ ergon.}$$

Un milione di ergon ( $10^7$ ) è l'unità di lavoro che si usa in pratica, e si chiama Joule:

$$\text{un Joule} = 10^7 \text{ ergon}$$

onde:

$$\text{un Kgrammetro} = 9.8 \text{ Joule}$$

e siccome

$$\text{una caloriagrammo} = 4.18 \text{ Joule}$$

così

$$\text{un Joule} = \frac{1}{9.8} \text{ Kgrammetri} = 0.1024 \text{ Kgm.}$$

$$\text{un Joule} = \frac{1}{4.18} \text{ cal.grm.} = 0.24 \text{ cal.gr.}$$

fra le calorie e i chilogrammetri esistono le seguenti relazioni:

$$\text{una cal. gram.} = 0,427 \text{ Kgr. m.}$$

$$\text{un Kgrm.} = \frac{1}{0,427} = (2.34 \text{ cal.grm.}) = 0.00234 \text{ Cal. Kgm.}$$

Un Joule che è sviluppato o dato in un secondo chiamasi Watt; onde:

$$W = \text{Joule sec.} \frac{1}{9.8} = 0.1024 \text{ Kgrm. sec.}$$

e se i watt compiono un lavoro termico è:

$$W = \frac{1}{4.18} = 0.24 \text{ cal.grm.}$$

Dalle nozioni di elettricità sappiamo che:

$$W = \text{Volt Amp.}$$

cioè

$$W = E I \text{ in un secondo}$$

e siccome sappiamo che

$$E = R I \text{ (R, resistenza)}$$

$$W = R I^2$$

inoltre sappiamo che

$$I = \frac{E}{R}$$

onde

$$W = \frac{E^2}{R}$$

Queste espressioni dicono che il lavoro elettrico con forte resistenza richiede un elevato potenziale, e lavorando con forte intensità conviene usare una debole resistenza per non avere dispersioni.

Unità di misura	Ergon	Joule	Kilogramm.tro	Caloria gr.
Ergon . . . . .	1	$10^7$	$0.1020 \times 10^7$	$0.24 \times 10^7$
Joule . . . . .	$10^7$	1	$\frac{1}{9.8} = 0.1020$	$\frac{1}{4.18} = 0.24$
Kilogrammetro . . .	$9.8 \times 10^7$	9.8	1	$\frac{1}{0.427} = 2.74$
Caloria gr. . . . .	$4.5 \times 10^7$	4.15	0,427	1
Cavallo a vapore . .	$9.8 \times 10^7 \times 75$ ( $735 \times 10^7$ )	$9.8 \times 75$ (735)	7.5	175 ( $2.34 \times 75$ )
	Ergon Sec.	Watt	Kilowattora	Cavallo vapore
Ergon Sec. . . . .	1	10	$10^7$	$0.00134 \times 10^7$
Watt . . . . .	$10^7$	1	$1000 = 10$	
Kilowattora . . . . .	$10^7 \times 1000 \times$ 3600 ( $10^{10} \times 3600$ )	$100 \times$ 3600 ( $10 \times 3600$ )	$\frac{1}{1000} = 10^{-3}$	$\frac{1}{735} = 0.00134$
Cavallo a vapore . .	$735 \times 10^7$ ( $7.5 \times 9.8 = 10^7$ )	735	0.735	1

L'introduzione del tempo nel concetto di potenza dà il concetto dell'« azione » o concentrazione del lavoro nel tempo.

*Energie naturali.* — Il sole è la sorgente fondamentale di energia naturale, senza cui non sarebbero possibili le altre energie naturali terrestri che si ottengono dal vento e dall'acqua.

Il sole ci trasmette l'energia per radiazione e la chiamiamo perciò energia raggiante. Della immensa quantità di energia che ci manda il sole utilizziamo il 0,04 % e il problema di una maggiore utilizzazione è sempre allo studio.

Sono le piante che riescono a trasformare l'energia luminosa solare e immagazzinarla. Le piante infatti mediante la funzione clorofilliana trasformano in amido e cellulosa l'anidride carbonica che trovasi nell'aria assorbendo calore:



accumulando così nel loro crescente sviluppo, grande quantità di energia in potenza che si traduce poi in effettiva colla combustione del carbone e della legna, o nei fenomeni di assimilazione organica animale.

Si tenta pure di utilizzare direttamente il calore inviatoci dal sole e l'applicazione che oggi ha avuto qualche sviluppo è quella della distillazione di acqua posta in apposite vetrine a guisa di serra, chiusa da lastre inclinate di vetro in modo da raccogliere l'acqua che si condensa, sul vetro. In una località dell'America del Sud si sono coperti in cotesto modo circa 60 ettari e si ottengono 23 tonnellate al giorno di acqua distillata.

Questo sistema si presta assai bene per l'essiccazione di frutta, foraggi, foglie odorose, ecc.

Il vento viene utilizzato nelle navi a vela, nei rotori, nelle concentrazioni di soluzioni unitamente all'azione del sole per la preparazione del sale dall'acqua del mare; nei mulini a vento, per innalzare l'acqua dai pozzi, ecc.

Molte altre energie naturali si stanno studiando come l'azione delle maree, il dislivello di temperatura dell'acqua del mare, l'energia intratomica delle sostanze radioattive, e forse in epoche non molto lontane, coll'invenzione di nuovi mezzi, tutte queste energie saranno utilizzate con maggior rendimento.

L'energia naturale più efficacemente utilizzata per ora è quella idrica, cioè le cascate d'acqua, trasformandola in energia elettrica. Anche di questa energia idrica non si utilizza che una quantità infinitesima. Basta pensare che il solo fiume Po ci dà più di 41 miliardi di metri cubi di acqua annui e si calcola a più di 150 miliardi di metri cubi annui quella che ci offrono i ghiacciai delle Alpi e i fiumi degli Appennini.

L'energia elettrica oltre che dalle cascate di acqua si ottiene dalla energia termo-meccanica dei getti naturali di vapore, come si pratica a Larderello, auspice il principe Ginori Conti, il quale seppe utilizzare i soffioni boraciferi, oltre che per le sostanze da essi contenute, anche per ottener elettricità, creando un centro naturale importantissimo di produzione.

L'industria, oggi fiorente, di Larderello è il più bell'esempio di quanto può influire la razionale utilizzazione dei prodotti naturali e delle energie disponibili.

L'esistenza dell'acido borico nelle acque di condensazione è nota fin dal 1777. Da allora si pensò subito di utilizzare le acque di Larderello (allora chiamato Montecerboli) per estrarne l'acido borico e fare così concorrenza al commercio veneziano che provvedeva l'Europa di borace, facendolo venire dall'India.

Da principio però l'evaporazione delle acque si faceva consumando la legna dei boschi vicini, e tale era la spesa che l'industria toscana dell'acido borico stava per fallire.

Il conte Adriano di Larderel non solo pensò di utilizzare i vapori per l'acido in essi contenuto, in copia assai maggiore che nelle acque, ma applicò il calore naturale di essi per evaporare le acque; con quell'ingegnoso quanto semplice sistema di vasche, dette dal suo nome « Adriane », poté ridurre il prezzo dell'acido borico e si pose in favorevole concorrenza col prodotto indiano, col vantaggio di altri prodotti secondari di non lieve importanza.

In seguito per opera del Conte Florestano di Larderello e poi del Principe Ginori Conti aiutato dal figlio Conte Giovanni, l'industria di Larderello che si giovò dell'aiuto scientifico del Prof. Nasini, venne assumendo i caratteri di grande industria e il ciclo di trasformazione e utilizzazione di tutti i prodotti e di tutte le energie sta per compiersi.

Difatti sappiamo che i soffioni, diventati famosi col nome di boraciferi, sono costituiti da gas e da vapori che si sprigionano con una temperatura di circa 185°, e con notevole pressione.

Essi rappresentano una serie di sostanze che sono: allo stato di gas: acido carbonico, idrocarburi (principalmente metano), azoto, elio. I vapori oltre che avere importanza per l'enorme massa (il « soffionismo » scoperto nel 1931, e quello scoperto nell'aprile 1932 producono oltre 100.000 kg. all'ora ciascuno) contengono l'acido borico, sali di sodio, sali di magnesio, sali ammoniaci, e rappresentano una cospicua sorgente di energia data la quantità enorme di calore, la pressione con cui si sviluppano, e la notevole massa.

Orbene si può dire che tutto fu utilizzato; l'acido carbonico si mette in commercio allo stato liquido in bombole. Gli idrocarburi si bruciano, l'elio si sta pensando di separarlo e farne commercio, analogamente all'elio americano. Il carbonato ammonico, il solfato sodico, il carbonato di magnesio, il solfato ammonico, il borace, l'acido borico nelle più svariate forme commerciali rappresentano la ricca messe dei vapori i quali dopo aver ceduto tutte le sostanze sono obbligati a ceder l'energia in essi contenuta per essere trasformata in energia elettrica. L'industria di Larderello, che ora è fine a se stessa, andrà evolvendosi verso altre mete, forse di sussidio alle altre industrie naturali vicine.

*Energia elettrica.* — L'energia elettrica sconosciuta ai tempi antichi, è entrata nella competizione economica con la scoperta della pila di Volta. A quell'epoca però l'energia era ottenuta meccanicamente con le macchine a strofinio, e in maggiore quantità, a spese dello zinco nel suo processo di soluzione nell'acido solforico. L'energia elettrica allora era un prodotto troppo caro e la forma sotto cui era ottenuta non si prestava alle numerose economiche applicazioni che oggi ha ricevuto.

L'elettricità, dai laboratori prettamente scientifici, affermata nei suoi principi generali e nelle teorie della sua costituzione è passata ai laboratori elettro-tecnici, cioè nel campo delle applicazioni e in meno di un secolo raggiunse quel meraviglioso sviluppo del giorno d'oggi.

L'elettricità fa parte del patrimonio economico mondiale accanto al calore, e soltanto col suo sviluppo è stato possibile l'affermarsi di nuove industrie, di nuovi prodotti, di nuove correnti commerciali, nuovi mezzi rapidi di trasporto, creando sistemi economici nazionali e internazionali.

L'energia elettrica si produce dal calore offertoci dai combustibili, o dalle cadute di acqua. La necessità di trasformazione delle forme meccaniche e delle forme termiche di energia, in quelle elettriche proviene dal fatto che determinate condizioni tecnologiche non si potrebbero ottenere senza l'uso della elettricità. L'immanente ricerca del motore elettrico, delle resistenze elettriche, dei mezzi centrali di produzione e delle migliori condizioni di trasmissione a distanza hanno creato tutto uno sviluppo merceologico di prodotti, che vanno sempre più perfezionandosi col crescente miglioramento del rendimento energetico elettrico.

Noi utilizziamo l'energia elettrica come energia meccanica (treni elettrici, tramvie, autoveicoli, motori per officine meccaniche); come energia luminosa (illuminazione a resistenze elettriche, filamenti di carbone e filamenti metallici, illuminazione ad arco voltaico, illuminazione a tubi di gas rarefatti); come energia calorifica (stufe elettriche, scaldabagni, termosifoni, forni elettrici a resistenza, ecc.).

È evidente che il costo di un prodotto merceologico che richieda un certo numero di energon, dipenderà dal prezzo della energia spesa per arrivare a quegli energon, e diventa ovvio un parallelo fra l'energia elettrica e qualunque altra forma di energia che potesse raggiungere il medesimo scopo.

Se l'energia elettrica sopra altre forme di energia presenta i vantaggi della rapidità e della concentrazione, della grande pulizia e di un forte rendimento, tuttavia economicamente rappresenta una forma aristocratica di energia. E come energia calorifica è un combustibile povero, perchè 1 kwh. rende circa 800 calorie. L'energia elettrica non si può tenere in un magazzino come si può fare di un combustibile, conviene adoperarla man mano che si fabbrica e gli impianti elettrici fondamentali richiedono spese ingenti e continue cure di manutenzione. I magazzini della elettricità sarebbero rappresentati

dagli accumulatori, ma questi devono essere sempre in azione per poter essere pronti e non deteriorarsi.

Si deve per così dire pagare un magazzino ben caro per aver sempre pronta e a disposizione una sorgente di energia che non sempre è nelle migliori condizioni di applicazione e perciò bisogna ritrasformare. Poichè sappiamo che l'elettricità si deve adoperare o sottoforma di corrente continua, o alternata, mono, bi, trifase, ad alto potenziale, o ad alta intensità secondo che si tratti della sua applicazione a motori, a dinamo, a forni elettrici ecc.

Se in una centrale elettrica, per esempio, di una azienda tramviaria, si segue il diagramma del consumo, noi abbiamo dei salienti rapidissimi nelle ore meridiane e serali, e delle stasi nelle altre ore. I salienti rappresentano delle forme di sbilancio economico non compensato dal lavoro moderato e continuo. L'elettricità è una sorgente di energia che bisogna crearne in eccesso e l'eccesso è tanto più forte in proporzione al consumo.

Gli indici termoelettrici e elettromeccanici sono perciò variabilissimi nel tempo, da luogo a luogo, da Nazione a Nazione e fissare una unità economica elettrica costante non è ancora possibile.

S. E. Serpieri così si esprime parlando all'Accademia dei Georgofili dell'energia elettrica (1): « Non esiste un prezzo dell'energia: esiste una scala di prezzi, compresi fra un minimo e un massimo lontanissimi. Si vende in Italia energia a 3 centesimi, come se ne vende a 150 centesimi per kw.-ora. Questa estrema varietà di tariffe non è un capriccio dei produttori, o un'arte per imbrogliare il prossimo: è una necessità conseguente ai particolari caratteri di questa industria.

Pur senza penetrare nei sistemi dei metodi di formazione si può comprendere benissimo le seguenti elementari considerazioni:

1° Un impianto di produzione e distribuzione di energia

---

(1) A. SERPIERI, *L'agricoltura e l'energia elettrica*. Atti della R. Accademia dei Georgofili, V Serie, Vol. XXIX, Disp. 1<sup>a</sup> da pag. 12 a 14.



idroelettrica di determinata potenza ha un costo unitario, per Kw., molto diverso, a seconda del più o men vasto territorio nel quale la energia è impiegata, con la conseguente necessità di una più o men vasta e costosa rete di distribuzione.

2° Un impianto di determinata potenza, per es. di 10.000 kw., mentre dà luogo ad una spesa annua quasi fissa, può dar luogo invece a una utilizzazione diversissima. Idealmente l'impiego ne potrebbe esser continuo, in ciascuna delle 24 ore del giorno e per ciascuno dei 365 giorni dell'anno, col risultato di vendere in un anno circa 86 milioni di kw.-ore: basterebbe allora un prezzo minimo per kw.-ora a rimborsare l'annua spesa fissa.

3° Per realizzare un alto coefficiente di utilizzazione, cioè dunque una condizione che consenta di vendere l'energia a basso prezzo medio, sono appunto necessarie tariffe varie per i vari impieghi, perchè ciascun impiego può sopportare un prezzo più o meno elevato e, a seconda del periodo del giorno e dell'anno in cui cade, può contribuire, in unione agli altri usi coi quali si coordina, a migliorare o invece a peggiorare il coefficiente di utilizzazione della potenza impegnata. Se per esempio un certo uso della energia non può sopportare un prezzo superiore a 5 centesimi per kw.-ora, ma d'altra parte cade in un periodo del giorno o dell'anno nel quale non esistono altri usi capaci di pagare di più, è chiaro che l'interesse così del produttore come del cliente concorrono a rendere accettabile quel prezzo.

Tutto ciò non è in fondo oscuro neppure per noi profani.

Riconoscere che la molteplicità delle tariffe è una condizione necessaria per realizzare il minore possibile prezzo medio di vendita dell'energia, non esclude, e s'intende, che — qualora la concorrenza o altri mezzi non costringano il produttore a mantenere il prezzo medio al livello più basso possibile — egli possa perseguire, anzichè questo fine, quello di realizzare invece extraprofiti monopolistici, di realizzare cioè un incasso totale che superi quello necessario a coprire i costi.

Ma questo è *un altro* problema che non riguarda gli impieghi agricoli più di quelli industriali; nè io intendo occuparmene. Io voglio dare anzi come ammesso che l'attuale prezzo medio di vendita della energia in Italia non sia più alto di quello

che occorre a coprire i costi, ivi compreso, s'intende, un giusto profitto dei capitali impiegati.

Resta il fatto che quel prezzo medio si gradua attraverso una lunga scala di prezzi fra un minimo e un massimo lontanissimi.

Onde appare legittima e fondamentale questa domanda: in quella lunga scala, può il cliente *agricoltura*, collocarsi in un gradino tale che rappresenti un prezzo conveniente così per essa come per l'impresa produttrice dell'energia?

Quanto S. E. Serpieri riferisce riguardo alla elettrocoltura, si può applicare a qualsiasi industria che abbia il sussidio della elettricità; è col dare il maggior sviluppo alle industrie elettromeccaniche, elettrotermiche e elettrochimiche in continuo progressivo aumento che si potrà avvicinarci col costo a quello che consenta il migliore rendimento economico.

E il rendimento economico è in questo caso rappresentato dalla quantità reale di elettricità consumata e dalla energia accumulata nel prodotto finito, e dalla quantità dei prodotti trasformati.

\* \* \*

*Energia termodinamica.* — È la trasformazione del calore in energia meccanica, la quale può essere di sbazzatura e rifinitura dei corpi solidi (l'acciaio grezzo, in ruote, in rotaie, in parti di macchina; il legno in mobili, il marmo in costruzioni o in monumenti, ecc.), oppure di sviluppo di velocità come nei treni, nelle automobili, ecc.

Le centrali termiche di una fabbrica irradiano l'energia per far muovere torni, trapani, fresie, telai, macchine modelatrici, carrelli da trasporto, elevatori, grù, e tutti gli svariati macchinari di cui si è andata arricchendo l'industria moderna. E nel calcolare il costo energetico del prodotto finito si deve tener conto di quella parte del combustibile che va consumata nella produzione del moto di questi congegni insieme al loro deterioramento.

E siccome un determinato prodotto finito richiede necessariamente una somma determinata di lavoro così non è tanto in questo che si deve cercare il risparmio quanto nel consumo

del combustibile dovuto al sistema di combustione. Questo problema ha acquistato così grande importanza da indurre i Governi a istituire delle commissioni per il controllo della combustione, e una schiera di ingegneri studiano i mezzi più adatti per elevare quanto più sia possibile il coefficiente economico della combustione in rapporto al rendimento di una macchina.

Lo stesso avviene qualora il calore sia trasformato in forza viva o meglio nel lavoro utile di « velocità » come scopo e mezzo di trasporto.

In ogni macchina, vinta l'inerzia della propria massa, vinte le resistenze passive di attrito, l'energia calorifica si trasforma in velocità. Si stabilisce così un equilibrio fra il consumo del combustibile e la velocità che si vuol raggiungere. Per quanto si voglia ridurre al minimo le resistenze passive queste non possono scendere oltre al minimum, così anche in questo caso il maggior rendimento dovrà ricercarsi nell'utilizzare nel miglior modo possibile la combustione, in confronto alla potenza di una macchina.

Il rendimento di un ciclo termico di trasformazione in lavoro meccanico è tanto più elevato quanto più esso si avvicina al ciclo teorico di Carnot: cioè il lavoro utile è dato da tutta l'energia potenziale del sistema. Essa può essere misurata dalla differenza di temperatura del sistema iniziale e del sistema finale considerando le temperature assolute, supposto che tale dislivello di temperatura dipenda esclusivamente dalla trasformazione in lavoro utile.

Il coefficiente economico di trasformazione è dato dalla espressione:

$$\Sigma = K \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

dove  $T_1$  e  $T_2$  sono le temperature assolute all'inizio e alla fine della trasformazione. È evidente che se  $T_2 = 0$ ,  $K = 1$ .

E siccome in pratica lo zero assoluto non si raggiunge così il valore di  $\Sigma$  è sempre inferiore a 1. Tuttavia tanto più si avvicina a 1, quanto più il rapporto  $T_2/T_1$  sarà piccolo. In ogni modo dalla espressione su riferita ricaviamo che il coefficiente economico sarà tanto più elevato quanto più forte

è il dislivello di temperatura dall'inizio alla fine del lavoro compiuto. La temperatura finale tende però verso un limite, poichè i prodotti della combustione hanno sempre una certa temperatura. Quindi si prevede che torna più conto elevare la temperatura iniziale, e se questa tende verso un limite, si cerca di elevare la pressione.

È così che il coefficiente il quale dipende dalla natura della macchina, cresce col crescere della temperatura iniziale e con la pressione a cui si può giungere con la macchina.

Per un tipo di macchina a 30 HP con temperature iniziali e finali rispettivamente di 457° e 413° il coefficiente economico è soltanto di 0,04 per un tipo a 600 HP, con temperature iniziali e finali 463° e 376° il coefficiente diventa 0,103.

Per un altro tipo con temperature iniziali 523° e finali 333° il coefficiente diventa 0,15.

Se si considera il carbone consumato per cavallo a vapore si trova che per il primo tipo di macchina occorre due kg. di carbone, vale a dire 16.000 calorie, e per l'ultimo tipo circa ½ kg. di carbone, vale a dire 4000 calorie per cavallo a vapore. Ora dalla tabella di unità di misura vediamo che per un cavallo a vapore occorrerebbero teoricamente 175 calorie. Da ciò vediamo quanto calore vada disperso !

Cambiando tipo di macchina e passando ai motori a scoppio o a combustione interna il rendimento economico arriva a 0,28 e a 0,35, pari ad un consumo di gr. 230 e 185 di benzina per cavallo a vapore. Ma se prendiamo per base il costo unitario delle calorie dei singoli combustibili noi vediamo che l'elevato rendimento non è compensato dal prezzo di combustibile.

Il costo di 1000 calorie è all'incirca per:

carbone da caldaia . . . . .	L. 0,03
olio pesante per Diesel . . . . .	» 0,06
petrolio da motori . . . . .	» 0,24
benzina . . . . .	» 0,39
alcool denaturato . . . . .	» 0,77

Da questo si rileva che nel campo dei prezzi reali, il metodo della macchina a carbone è ancora in senso assoluto più economico, nonostante che il suo coefficiente sia basso.

Il prezzo dei combustibili diversi dal carbone è tanto più elevato non solo per la minor diffusione naturale di essi ma anche per tutte le operazioni necessarie per mettere il combustibile nelle condizioni di applicazione.

*Energia chimica.* — È il quantum di energia dalla tramutazione della quale si crea la molecola di un corpo.

Come ogni altra forma di energia anche quella chimica è costituita da due fattori, quello di quantità che sarebbe rappresentato dalla grammo-molecola e quello di tensione che sarebbe il potenziale chimico. Ma mentre sul potenziale elettrico (differenza di tensione), sul potenziale termico (differenza di temperatura), sul potenziale dinamico (dislivello, forza viva, ecc.) possiamo stabilire delle unità di misura, noi non abbiamo ancora le condizioni precise per stabilire il valore del potenziale chimico.

Possiamo concepire il potenziale chimico come l'attitudine di ogni corpo a reagire con altri o anche su se stesso, attitudine che ricorda l'affinità chimica. Un valore del potenziale chimico ci può essere offerto dalla velocità di reazione, dalla quantità di calore sviluppatosi da una reazione, o dalla quantità di caloria assorbita, infine dalla affinità chimica messa in movimento, o dal valore della radioattività.

Ma il concetto di potenziale come dislivello di due energie chimiche molecolari è perfettamente identico al concetto di potenziale o tensione quale dislivello fra due energie della medesima specie (per esempio tonalità termica di due corpi, forza elettromotrice di due sistemi elettrici, graduazione dell'altezza di due cascate d'acqua). L'effetto reciproco di queste due differenze energetiche è dato dalla somma algebrica dei due valori.

Noi nella energia chimica abbiamo precisamente la somma algebrica dei potenziali dei sistemi molecolari che reagiscono fra loro senza conoscere il valore assoluto dei potenziali.

Comunque sia, noi misuriamo la intensità dell'energia chimica dagli effetti termici, elettrici, dinamici, ecc., ottenuti da una reazione chimica. L'effetto chimico della combustione si misura in calorie, l'effetto elettrico della soluzione dello zinco in acido solforico, si misura in watt, l'effetto dinamico della esplosione dei gas nei motori a scoppio si misura in cavalli a vapore.

Ma tutte le volte che un effetto energetico si compie con la trasformazione molecolare ciò che in realtà si trasforma è l'energia chimica.

Quando noi diciamo effetto chimico molecolare intendiamo anche di riferirsi al concorso delle energie intratomiche, senza le quali non sarebbe possibile la costituzione della molecola. Ed è evidente che sul potenziale chimico complessivo, queste energie intratomiche hanno un valore preponderante, e soltanto quando sarà possibile stabilire il valore assoluto della energia atomica si potrà con maggior sicurezza stabilire il valore del potenziale chimico.

Praticamente perchè un sistema molecolare possa trasformarsi in un altro, bisogna che i due sistemi siano portati nelle condizioni energetiche necessarie di trasformazione. Ecco perchè una entità merceologica non si può mai trasformare in un'altra senza il dispendio o il recupero di una certa quantità di energia.

Per esempio, l'idrogeno e l'ossigeno mescolati insieme non producono l'acqua se i due gas non sono stati portati alla temperatura di reazione, o con una scintilla elettrica non si provochi l'inizio della reazione, oppure non si presenti alla miscela gassosa una piccola quantità di spugna di platino, la quale, pur rimanendo inalterata determina la reazione. Questo ultimo sistema rende più economica la produzione della reazione poichè risparmiamo il calore che si spende per portare i due gas alla temperatura di reazione, o l'elettricità necessaria a provocare la scintilla.

L'azione della spugna di platino è azione di presenza, essa prende il nome di « catalizzatore », la reazione che avviene in queste condizioni si dice catalitica.

Abbiamo già detto che per catalisi si può intendere quella forma iniziale di energia chimica che mette il potenziale chimico nelle condizioni di reazione, spostando i limiti di temperatura in modo da provocare la reazione a temperature più basse. Valga l'esempio riferito della decomposizione del clorato di potassio in presenza del biossido di manganese.

Trovare un catalizzatore vuol dire rendere economicamente possibile una reazione che senza il catalizzatore o non si potrebbe compiere o non sarebbe praticamente attuabile.

L'importanza pratica di un prodotto chimico sintetico sta nella resa, o percentuale di produzione dalle materie prime necessarie. Il catalizzatore può aumentare in senso assoluto questa resa, senza dispendio di maggiore energia, ribassando così il costo del prodotto finito col risparmio di energia.

In qualche caso il catalizzatore può addirittura creare la formazione di nuovi prodotti di grande consumo, mentre prima non lo erano per la scarsità di produzione naturale e quindi l'eccessivo prezzo. Basta pensare all'alizarina e all'indaco sintetico, all'ionone (essenza di violetta) e al glucosio (zucchero d'uva).

In qualche caso provoca l'utilizzazione di materie prime naturali fin'ora non mai adoperate, basta ricordare l'ammoniaca e l'acido nitrico sintetico utilizzando direttamente l'aria atmosferica.

E finalmente amplificare sempre più il raggio di azione di prodotti della grande industria, come per esempio l'acido solforico che soltanto dopo la preparazione sintetica (metodo di contatto) ha potuto svilupparsi verso l'industria degli esplosivi, della seta artificiale, ecc.

Alle volte è dipeso dal catalizzatore il prevalere di una industria su un'altra. Ciò spiega come gli industriali siano gelosissimi del segreto dei loro catalizzatori.

Senza entrare nella parte teorica sulla natura della catalisi accenneremo che per gli scopi pratici ci interessano quei catalizzatori che accelerano la reazione aumentando così la resa del prodotto; e questi sono i più. Ma vi sono catalizzatori che ritardano la reazione fino a impedirla e questi praticamente si usano come « stabilizzatori ». Così la balistite si conserva lungamente a patto che si trovi mescolata con piccole quantità di pigmenti derivati dall'anilina. L'acqua ossigenata è stabile in presenza di tracce di acido cloridrico o tracce minime imponderabili di acido cianidrico.

Più importanti sono le reazioni dei catalizzatori sulla temperatura di reazione e sulla pressione che si deve esercitare. Abbassare la temperatura e la pressione di reazione vuol dire ridurre la quantità di energia che bisogna consumare e quindi anche a parità di resa ottenere un risparmio sul costo di produzione.

In questi ultimi anni la risoluzione di problemi sintetici chimici è imperniata sulla ricerca del catalizzatore più adatto e la industria chimica si avvia alla conquista di posizioni economiche sempre più ricercate ed elevate.

### 3. - Alcuni problemi merceologici dell'energia.

SOMMARIO. - L'idrogeno e l'azoto quali materie prime delle grandi industrie sintetiche - Confronti fra i diversi metodi di preparazione - Energia teorica ed energia pratica di preparazione - L'azoto quale problema economico nazionale - Conferenza internazionale dell'azoto - I prodotti azotati sintetici - Acido nitrico - Ammoniaca, Solfato ammonico e Calciocianammide - L'azoto di pace e l'azoto di guerra - L'acido solforico quale esempio della diminuzione progressiva del valore di  $\eta$  - Riepilogo.

*Il problema dell'idrogeno.* - L'esperienza della guerra mondiale ha dimostrato come ogni popolo debba ricercare in se stesso i mezzi di sviluppo, di conservazione e di difesa, cercando di utilizzare nel miglior modo possibile le proprie sorgenti di energia, le materie prime naturali unitamente alla disciplina del lavoro e del consumo.

La sintesi chimica, iniziata alla metà del secolo scorso con la produzione della anilina, passata dai laboratori scientifici, alla concorrenza industriale, era limitata alla preparazione dei composti del carbonio per le materie coloranti e odorose. Ma all'inizio del secolo presente ha preso sviluppo la sintesi di composti inorganici della grande industria per i quali come l'ammoniaca e l'acido nitrico, e per alcuni organici come le benzine sintetiche, l'uso di alte temperature o forti pressioni, o l'impiego della elettricità portò di conseguenza l'attento esame di tutte le condizioni più favorevoli per il minor dispendio di energia con la massima resa.

L'idrogeno e l'azoto sono le materie prime della grande industria sintetica inorganica e il problema della loro preparazione è problema economico energetico.

Per capire quale importanza industriale abbia raggiunto la preparazione dell'idrogeno, basta pensare che solo in Germania si preparano circa 500 mila tonnellate di ammoniaca



all'anno le quali richiedono 88 mila tonnellate di idrogeno, vale a dire circa più di un miliardo di metri cubi. In Francia e in Inghilterra la produzione dell'ammoniaca è rispettivamente di circa 80 tonnellate al giorno, e altrettante tonnellate al giorno se ne fabbrica in Italia.

Se si pensa che ogni tonnellata di ammoniaca richiede circa 2000 metri cubi di idrogeno, possiamo farci un'idea dell'imponente quantità di questo gas richiesto dai composti ammoniacali e nitrici che costituiscono le materie prime per i fertilizzanti da un lato e per gli esplosivi dall'altro.

E quantità non meno vistose di idrogeno occorrono per la berginizzazione, per l'idrogenazione dei grassi liquidi nella loro trasformazione in grassi solidi ecc.

La preparazione dell'idrogeno come del resto di qualsiasi altro prodotto può avere un carattere occasionale di convenienza, o un carattere economico assoluto.

Il carattere occasionale di convenienza si presenta tutte le volte che si utilizzano dei prodotti secondari che non meritano conto di adoperarli altrimenti.

Così la convenienza di preparare industrialmente l'idrogeno dai rottami di ferro e dall'acido cloridrico dipendeva dal fatto che a quei tempi sia l'acido cloridrico (capo morto dell'industria della soda Leblanch), quanto i rottami di ferro non si utilizzavano altrimenti, anzi l'acido cloridrico rappresentava una passività al metodo Leblanch, inoltre l'idrogeno aveva usi assai limitati e fine a se stessi.

Durante la guerra si preparò abbondante quantità di idrogeno per usi bellici, dalla reazione del silicio sulla soda caustica, e dalla reazione dell'idruro di calcio sull'acqua.

Ma nel concetto teorico di preparazione industriale nel senso economico assoluto si intende quella preparazione per la quale si dovrebbe consumare la quantità di energia teoricamente necessaria alla trasformazione della materia prima naturale nel prodotto desiderato.

La materia prima naturale per l'idrogeno è l'acqua, per decomporre la quale in idrogeno e ossigeno occorre una quantità di energia tanto più vicina alla teorica quanto meno energia si consumerà nelle reazioni dispersive (resistenze elettriche, calore disperso, ecc.).

E i metodi di preparazione industriale dell'idrogeno dall'acqua sono due: quello per cui si impiega l'elettricità come materia prima energetica e quello per cui si impiega il carbone.

*Elettrolisi dell'acqua.* — Teoricamente la decomposizione elettrolitica dell'acqua avviene col solo intervento di energia elettrica la quale si accumula sotto forma di energia chimica nell'idrogeno e ossigeno messi in libertà:



Dai calcoli termodinamici si desume che la differenza di potenziale necessaria agli elettrodi sarebbe di 1,23 V.

Ma la forza elettromotrice richiesta in realtà è costituita da ben tre forze elettromotrici e precisamente:

1° quella necessaria per la scarica degli ioni  $H$  e  $OH$ ;  
2° quella necessaria per vincere la così detta sovratensione agli elettrodi, cioè la tensione per vincere la differenza di potenziale fra l'elettrodo in funzione elettrolitica e il potenziale reversibile dell'ione;

3° quella per vincere la resistenza interna dell'elettrolito, cioè quella occorrente al trasporto degli ioni.

Avendo l'acqua una concentrazione in ioni  $H$  e  $OH$  trascurabile, per poter avere il passaggio della corrente elettrica è necessario introdurre un elettrolito, il quale, a reazione finita, resta inalterato.

Così in un primo tempo si usava aggiungere all'acqua dell'acido solforico, poi si è trovato maggior vantaggio per diminuire la *f. e. m.* di adoperare soluzioni alcaline di soda caustica, e finalmente, in seguito agli studi dell'ing. Fauser si è visto che il miglior rendimento si ottiene con una soluzione al 20 % di potassa caustica alla temperatura di 70°, nel qual caso, se gli elettrodi hanno una distanza di 3 cm., la resistenza interna del bagno elettrolitico è di 1,1 ohm, per cui la *f. e. m.* (3°) è ridotta a 0,165 V.

La sovratensione agli elettrodi, (2°), dipende anche dalla natura dell'elettrodo, e da studi minuziosamente eseguiti si trovò che i migliori elettrodi sono rappresentati dal nichel e dal ferro. Nell'insieme delle prove sperimentali eseguite si venne così stabilendo una serie industriale di processi in cui

figurano molti valorosi industriali italiani quali il Garuti, lo Zorzi, il Casale e ultimamente con miglior fortuna, il Fauser.

Se si pensa che i primi tentativi di elettrolisi su base industriale sono stati fatti quasi un secolo fa, si capisce di quanta fatica sono materiati i risultati di processi industriali e di quale fede devono essere confortati gli sforzi di coloro che si applicano allo studio di questi problemi, senza altro risultato alle volte che la sfiducia o la indifferenza, di ingordi speculatori!

Il rendimento teorico, tenuto conto di tutte le condizioni di *f. e. m.* necessarie, richiede il consumo di 4,10 kwh. per metro cubo di idrogeno. In pratica però si consuma circa 6 kwh., e solo nei modernissimi impianti si è riusciti a raggiungere i 5 kwh. per metro cubo.

È evidente quindi che il costo per metro cubo di idrogeno è funzione del costo del kwh.

Convieni notare che sugli altri metodi, quello elettrolitico ha il vantaggio di dare idrogeno puro, con una attrezzatura sperimentale relativamente semplice, la quale richiede assai poca mano d'opera e poco consumo di materiale d'impianto.

L'idrogeno così ottenuto, raccolto nei gassometri, viene compresso in cilindri a 150 atm.

Si dibatte al giorno d'oggi la questione se torni utile ottenere col metodo elettrolitico direttamente l'idrogeno compresso, facendo l'elettrolisi in recipienti a tenuta per alte pressioni.

Tratteremo in altra parte la questione delle alte pressioni nelle trasformazioni chimiche; qui accenneremo agli importanti studi fatti dall'ing. Fauser, i quali neutralizzerebbero le affermazioni dei Proff. Coehn e Jaenkel riguardo ai vantaggi economici che si avrebbero col fare l'elettrolisi dell'acqua sotto forti pressioni. Dai lavori dell'ing. Fauser risulta chiaramente che il vantaggio economico di ottenere direttamente idrogeno compresso durante l'elettrolisi è paralizzato dalla spesa di energia elettrica necessaria, dovuta alla forte sopratensione agli elettrodi. Mentre la compressione dell'idrogeno si può fare utilizzando le così dette punte di energia elettrica che si rendono libere in una azienda elettrica.

In ogni modo questo si può affermare che se gli impianti industriali per la elettrolisi dell'acqua hanno raggiunto un

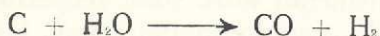
elevato rendimento, siamo ancora lontani dal rendimento teorico per dichiarare risolto il problema economico energetico.

La preparazione dell'idrogeno elettrolitico è poi per l'Italia di fondamentale importanza, e presenta i caratteri di migliori condizioni economiche rispetto alla preparazione dal carbone e acqua come si pratica nei paesi ricchi di carboni fossili.

*Preparazione dell'idrogeno dal gas di acqua.* — La reazione consiste nel far passare il vapore d'acqua sul carbone arroventato.

La reazione può compiersi in due fasi:

A 1000°:



a 500°:



Si tratta in questo caso di utilizzare i gas dei forni a coke per la metallurgia del ferro, cosicchè la materia prima è di costo minimo, anzi economizzerebbe la lavorazione del ferro.

Ma il gas che si ottiene è impuro di molte altre sostanze, quali: ossido di carbonio, benzolo, etano, metano, azoto, per cui l'idrogeno costituisce meno del 60 % della miscela.

È vero che la casa Griesheim Elektron Co. ha trovato il modo di spingere la purificazione dell'idrogeno fino a tenerlo al 96 % di purezza, essendo il resto costituito da metano, ossido di carbonio e azoto, ma in ogni modo i metodi di purificazione richiedono mezzi piuttosto complicati di impianto, temperature elevate, impiego di catalizzatori, e l'idrogeno così ottenuto non può essere adatto per scopi industriali in cui si richieda idrogeno perfettamente puro.

Tutto sommato se da un lato un metro cubo di idrogeno richiede 6 kwh. e dall'altro lato si richiede un kg. di carbone, pure essendo il metodo elettrolitico un metodo ancora caro, esso presenta non indubbi vantaggi per i paesi in cui l'elettricità si possa avere a buon prezzo e dove per gli usi industriali si richieda idrogeno puro.

Da quanto abbiamo esposto intorno all'idrogeno si comprende quale importanza vada acquistando questo elemento

nella economia mondiale, come entità merceologica e come entità energetica.

*Il problema dell'azoto.* — Forse nessun altro problema va rivestendo un carattere di così intensa attività come quella dell'azoto. Per ogni popolo la questione dell'azoto tende a diventare oggetto di preoccupazione costante nelle questioni industriali, economiche, agricole, nazionali. E basta accennare all'accordo intervenuto fra le nazioni più interessanti: il Cile, la Germania, l'Inghilterra, la Norvegia, alla Conferenza dell'Aia per comprendere l'importanza che va assumendo l'azoto come entità merceologica.

Se questo elemento fosse stato scoperto per le sue proprietà nelle combinazioni con l'idrogeno, l'ossigeno e il carbonio, anziché per le proprietà inerti che conferisce all'aria, avrebbe ricevuto certamente ben altro nome.

Ma oggi all'azoto si pensa quale elemento principe delle sostanze proteiche, fertilizzanti ed alimentari del ricambio costitutivo; quale elemento fondamentale delle sostanze esplosive come la nitroglicerina, il tritolo, la balistite; quale costituente dei veleni più potenti, come l'acido prussico, la stricnina, l'aconitina.

E mentre tanta attività e importanza reattiva acquista l'azoto nelle combinazioni, altrettanta resistenza dimostra a entrare in reazione quando si trovi allo stato libero, tantoché per indurlo a combinarsi richiede un dispendio non indifferente di energia.

L'ascesa dell'azoto nell'economia industriale ha incominciato da quando il Liebig indicò le formule dei fertilizzanti e il Sobrero scoperse la nitroglicerina.

Da principio si ricorse alla sorgente naturale più importante, il nitrato di sodio del Cile, istituendosi così una forte corrente commerciale fra l'Europa e il Cile. Basta pensare che l'esportazione del nitrato di sodio verso l'Europa è ancora di oltre tre milioni di tonnellate all'anno.

Dal nitrato di sodio si preparò l'acido nitrico e da questo gli altri composti azotati. Ma accanto ai composti ossigenati andavano prendendo non minore sviluppo quelli direttamente idrogenati, cioè l'ammoniaca.

Il consumo sempre crescente di questi composti azotati

per la preparazione dei fertilizzanti e la fabbricazione degli esplosivi, non solo preoccupò i chimici sull'eventuale esaurimento delle miniere americane, ma destò l'attenzione dei Governi sulla necessità di una emancipazione dall'estero.

William Crookes nel 1892 in una Conferenza alla Società Chimica di Londra è stato uno dei primi a prevedere la necessità di una sorgente di acido nitrico diversa da quella del nitrato di sodio, e direttamente dall'aria.

Fu allora una gara di prove sperimentali di laboratorio ora per la diretta combinazione dell'azoto atmosferico con l'ossigeno, ora per la diretta combinazione di esso con l'idrogeno.

In un primo tempo presero forma industriale i metodi di preparazione diretta dell'acido nitrico e primo fra tutti ebbe fortuna il metodo con i forni Birkland Eyde coi quali ancora oggi, si fabbrica specialmente in Norvegia l'acido nitrico dall'aria. Ma il consumo di energia elettrica per la creazione dei necessari potentissimi archi voltaici è così forte che il processo restò limitato a quei paesi dove l'elettricità è a prezzi di concorrenza.

Oggi la sintesi dei composti azotati sta per decidersi verso la combinazione diretta con l'idrogeno con i processi Haber in Germania, Claude in Francia, Casali e Fauser in Italia.

I composti azotati che hanno preso il maggior sviluppo sono: il nitrato di sodio (prodotto naturale) e i prodotti sintetici: nitrato di calcio, nitrato ammonico, solfato ammonico, calcio-cianamide.

Abbiamo già detto che la importazione europea del nitrato di sodio del Cile sorpassa i tre milioni di tonnellate all'anno.

La produzione del nitrato di calcio sintetico raggiunge circa 200 mila tonnellate in Norvegia e le 400 mila tonnellate in Germania; le altre Nazioni sono assai al di sotto di queste cifre (vedi tabella pagine 358 e 359).

Per dare un'idea della produzione e consumo dei composti, idrogenati, solfato ammonico e calcio-cianammide, valgano i due prospetti seguenti che togliamo dal *Chimie et Industrie*, novembre 1929.

Per il solfato ammonico gli Stati in cui la produzione supera il consumo sono in prima linea la Germania, seguita a

breve distanza dall'Inghilterra. In seconda linea vengono in ordine di valore gli Stati Uniti, il Canada, l'Italia, la quale ha cominciato solo l'anno scorso ad affacciarsi alla concorrenza esportatrice.

Per la calciocianamide il primo posto assoluto è tenuto dalla Germania. Anche in questo prodotto l'Italia del resto si avvia verso la emancipazione.

Solfato ammonico

PAESI	PRODUZIONE			CONSUMO		
	1913	1927	1928	1913	1927	1928
Francia . . . . .	75.000	186.000	215.000	95.979	354.000	374.000
Germania . . . . .	549.000	1.675.000	1.750.000	476.998	1.005.403	912.980
Inghilterra . . . . .	420.000	520.000	541.000	95.296	254.675	147.578
Belgio . . . . .	48.000	80.000	125.000	48.800	119.663	190.000
Spagna . . . . .	—	11.500	12.000	64.998	186.500	190.000
Italia . . . . .	13.000	90.000	125.000	25.978	108.963	116.595
Paesi Bassi . . . . .	7.000	65.000	69.000	38.112	211.800	216.787
Polonia . . . . .	—	23.000	25.000	—	23.000	25.000
Stati Uniti . . . . .	176.000	545.000	550.000	233.225	421.661	499.051
Canada . . . . .	—	25.000	248.000	474	10.187	232.050
Giappone . . . . .	15.350	160.000	175.000	130.050	409.937	450.315

Calcio cianamide

Francia . . . . .	12.446	53.000	55.000	16.646	61.376	61.615
Germania . . . . .	48.500	445.000	465.000	37.500	439.475	464.716
Italia . . . . .	14.982	38.000	54.900	14.982	68.357	76.345
Norvegia . . . . .	22.100	15.200	16.000	17.110	—	—
Svezia . . . . .	18.352	37.150	28.000	1.422	28.030	17.800
Cecoslovacchia . . . . .	—	22.271	25.000	—	32.971	31.431
Polonia . . . . .	—	132.000	139.000	—	138.050	159.865
Canada . . . . .	48.000	82.000	148.000	38.827	—	27.000

Che il problema dell'azoto vada diventando un problema internazionale valga a dimostrarlo la conclusione dei lavori della II Conferenza Internazionale dell'Azoto tenutasi a bordo del « *Lutzow* » dal 30 aprile all'8 maggio del 1928 durante una crociera nell'Adriatico:

« I membri della Conferenza Internazionale dell'Azoto sono unanimi a pensare che l'impiego di più in più intensivo dei concimi chimici permetterà di fornire senza maggior costo

« di prezzo alla popolazione crescente del mondo, gli ali-  
« menti, il vestire, il benessere. Un consumo di più in più ab-  
« bondante di concimi chimici è dunque uno dei mezzi più  
« potenti di favorire la prosperità dell'umanità.

« Per raggiungere questo scopo i membri della Conferenza  
« ritengono sia necessario:

« 1° di scegliere per l'installazione di nuove fabbri-  
« che, le ubicazioni che permettano la produzione delle con-  
« dizioni meno onerose;

« 2° di utilizzare in tutto il progresso scientifico e tec-  
« nico per migliorare la fabbricazione e abbassare il prezzo;

« 3° di ricercare e di fabbricare le forme e le combina-  
« zioni di concimi capaci di rispondere ai bisogni diversi delle  
« diverse colture e alle condizioni variabili del terreno e del  
« clima. Non si conosce fino a questo momento un concime  
« unico che possa soddisfare a tutte queste condizioni;

« 4° di mettere a disposizione dei consumatori dei con-  
« cimi chimici i prodotti per la via più diretta e col minimo di  
« spesa;

« 5° di fissare per i consumatori il prezzo di tutti i  
« concimi nel limite che si può consentire all'industria per re-  
« stare sana ed in stato di proseguire il perfezionamento dei  
« suoi processi;

« 6° di aumentare il consumo dei concimi chimici fino  
« all'estremo limite nel quale il loro impiego si presenta van-  
« taggioso per i coltivatori;

« 7° di migliorare l'utilizzazione dei concimi chimici con  
« una larga estensione di ricerche agrarie relative all'alimen-  
« tazione e allo sviluppo delle piante;

« 8° di diffondere i risultati acquisiti a mezzo di isti-  
« tuzioni d'insegnamento e di organi di vulgarizzazione;

« 9° di creare o di sviluppare le organizzazioni desti-  
« nate a facilitare gli agricoltori per crediti differiti a basso in-  
« teresse per l'acquisto di concimi chimici;

« 10° di domandare a tutti i Governi di dare una spe-  
« ciale attenzione alla situazione economica della agricoltura ».

Come si vede questo decalogo della II Conferenza Inter-  
nazionale dell'Azoto investe tutti i fattori sociali-economici  
uniti strettamente alla tecnologia industriale confortata dalla



schiera degli scienziati, invocando una sana legislazione governativa che organizzi lo sviluppo, dell'industria chimica sintetica da un lato e l'industria agraria dall'altro; non potendo svilupparsi l'una senza il concorso dell'altra, ma soprattutto senza il concorso di tutte quelle condizioni che rendono al minimo il consumo di energie dispersive fra le quali vanno annoverati anche i trasporti tanto delle materie prime che dei prodotti intermedi di sussidio, quanto dei prodotti finiti.

Azoto, ossigeno, idrogeno, acido nitrico, ammoniaca, acido solforico, debbono essere fabbricati ormai in un unico nucleo industriale, e dovunque c'è aria e acqua, energia elettrica e la ferma volontà di propositi, l'industria può sorgere con un raggio di azione in relazione alla portata di fabbricazione e ai mezzi di trasporto.

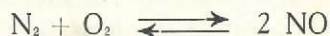
Tanta importanza non avrebbe certo acquistato l'azoto se la scienza, da un lato, non avesse posto le basi teoriche della reazione di questo elemento con l'ossigeno e l'idrogeno, e la tecnica, dall'altro, non avesse così migliorati i mezzi di produzione da rendere il prodotto sintetico al livello della concorrenza del prodotto naturale. Per il prodotto naturale la spesa della energia è quella necessaria al trasporto dal luogo di giacimento al luogo di consumo, per il prodotto artificiale la spesa di energia è tutta quella necessaria agli energon del prodotto. Potremo considerare pari nell'un caso e nell'altro le spese di purificazione ed estrazione: ecco perciò la necessità di economizzare sulle energie disperse e sui trasporti.

*L'acido nitrico.* — Poche altre sostanze, come la sintesi dell'acido nitrico hanno dato luogo allo studio e alla risoluzione di numerosi problemi chimici, energetici, tecnologici.

L'inizio della combinazione diretta dell'azoto con l'ossigeno ebbe origine dalla esperienza del Cavendish nel 1781 dalla combustione dell'idrogeno nell'aria umida, per cui si formarono sensibili quantità di acido nitrico; da allora fu un succedersi di sperimentatori che osservarono il fenomeno anche dal punto di vista quantitativo senza avere lo scopo prefisso della sintesi dell'acido nitrico. A qualche risultato importante arrivarono il Salvadori nel 1899 e l'Helbig nel 1910. Ma la combustione dell'azoto per mezzo del gas tonante non ha raggiunto i termini, almeno per ora, di un metodo industriale,

che potesse far concorrenza al metodo elettrico. Dopo i tentativi della casa Siemens-Halske, degli studi del Nerst, Muthmann, ecc. e delle prove su base industriale della Atmosphere products C. con esito sfortunato come sfortunati furono i tentativi di Kwalski, si arrivò dopo dieci anni di intense ricerche al processo Birkeland colla cooperazione dell'Ing. Eyde impiantato a Nottoden in Norvegia.

Senza entrare in particolari teorici che esulano dal nostro campo, per avere una idea delle difficoltà da superare accenneremo che il prodotto a cui si deve arrivare in un primo tempo è l'*NO*; senonchè la reazione



(che è endotermica - 21,6 calorie) tende ad un equilibrio per il quale a 2200° si ottiene solo l'1 % di *NO*, a 2570° il 2 %, a 2854° il 3 %, a 3300° si arriva al 5 %. Il composto *NO*, solo a temperature inferiori a 1200° non si dissocia più, per la qual cosa non appena formatosi il composto *NO* a 3000° circa, bisogna raffreddarlo istantaneamente al di sotto dei 1200°, tanto più che la reazione successiva:



è esotermica e perciò possibile a temperature basse.

Era necessario studiare tutte le condizioni elettriche dell'arco sia per l'intensità di corrente, che per voltaggio, che per la forma dell'arco, realizzabili solo con dispendio enorme di energia e quindi lo studio di impianti idroelettrici ultrapotenti.

Ottenuto questo, vedere le condizioni in cui l'azoto e l'ossigeno debbono trovarsi nell'istante che passano attraverso all'arco e quale forma più adatta debba assumere la fiamma elettrica che si determina. Stabilire quindi quale consumo di energia minima si debba fare per arrivare alla combinazione in *NO*.

Arrivati a questo punto oltre che risolvere il problema dell'immediato raffreddamento, si dovette risolvere quello del recupero almeno in parte dell'eccesso di energia elettrica adoperata e trasformata in calore. Questo difatti si utilizza per

il riscaldamento dell'acqua necessaria alle reazioni successive di ossidazione, di soluzione dei gas acidi e alla produzione di energia meccanica.

Finalmente studiare i prodotti finiti più economicamente da raggiungere come l'acido nitrico diluito o concentrato, il nitrato di sodio o il nitrato di calcio.

La resa teorica del forno elettrico sarebbe di kg. 950 di acido nitrico per un kwatt-anno. Invece a mala pena si raggiungono kg. 600 per kwatt-anno.

Della energia sperduta in forma di calore, il 30 % serve per le concentrazioni delle soluzioni, il 40 % per riscaldare le caldaie a vapore, il 10 % per il riscaldamento dell'aria, che entra nei forni, e il resto va perduto per irradiazione.

Ecco perchè la fabbricazione sintetica dell'acido nitrico non può essere effettuata che nei luoghi dove l'energia elettrica costi pochissimo, affinchè si possa far concorrenza al nitrato di soda naturale del Cile. In Norvegia il costo del cavallo elettrico annuo era nel 1915 di L. 15 !

Modificazioni al processo Birkeland furono fatte dal Pauling in Austria, dal Schonher in Germania e il consumo di energia con questi diversi processi sarebbe per ogni kg. di azoto combinato: Pauling 71 kwatth., Birkeland 62, Schonher 59.

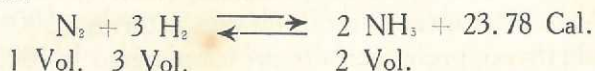
\* \* \*

Molto più conveniente si presenta la fissazione dell'azoto atmosferico per mezzo della calciocianamide e per mezzo dell'ammoniaca. Con la calciocianamide per ogni kg. di azoto occorrono 24 kw.-ora, e con l'ammoniaca 12 kw.-ora. Ecco perchè i processi della calciocianamide e specialmente quello dell'ammoniaca stanno per prevalere sul processo dell'acido nitrico.

Da quanto abbiamo esposto intorno all'acido nitrico possiamo capire come la questione dell'azoto, trasformato in acido nitrico sinteticamente, è questione che riguarda lo sviluppo della tecnica energetica; comprare acido nitrico è comprare energia per essere trasformata nel terreno in energia biologica o negli esplosivi in energia dinamica. Le due energie differiscono

in ciò, che il lavoro energetico di un mese di produzione, viene utilizzato in un anno dall'energia biologica in un accrescimento della riserva economica, mentre viene distrutto in un secondo dalla energia esplosiva con enorme sbilancio economico a guisa di corto circuito, come la guerra mondiale ha dimostrato.

*Ammoniaca sintetica.* - La combinazione è data dalla reazione:



essa si compie dunque con sviluppo di calore (reazione esotermica) e con contrazione di volume. A parità di temperatura la reazione sarà favorita da un aumento della pressione. Difatti alla pressione di 100 atmosfere la resa in ammoniaca è circa 100 volte di più della resa sotto una sola atmosfera.

t°	pressione	% NH <sub>3</sub>
800°	1 Atm.	0.011
800°	100 »	1.1
600°	1 »	0.048
600°	100 »	4.5
500°	1 »	0.13
500°	100 »	10.8

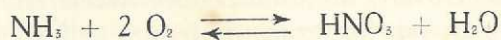
L'azione della pressione è fortemente più vistosa della temperatura e quindi il processo doveva avere la sua risoluzione in un apparecchio che permettesse l'utilizzazione delle alte pressioni. E tenuto conto che una temperatura relativamente bassa era in questo caso ancor più favorevole sarebbe stato possibile trovare un catalizzatore acceleratore.

Questo fu trovato in un primo tempo nell'osmio e nell'uranio, poi in altri più economici per es. il ferro, il quale però deve subire speciali trattamenti. Ancora oggi, che il processo in definitiva consiste nell'usare alte pressioni con la più bassa temperatura possibile, il segreto dei brevetti di fabbricazione consiste nel segreto del catalizzatore e nella tecnologia costruttiva per la tenuta dei gas ad alte pressioni specialmente usando l'idrogeno, che diffonde facilmente non solo per le congiun-

ture ma anche attraverso i metalli quando si trovino a temperature elevate. Riguardo alla temperatura essa non ha bisogno che di essere portata al punto giusto all'inizio, poichè essendo la reazione esotermica si utilizza il calore di reazione per mantenere il sistema alla temperatura più conveniente di reazione.

Il sistema Haber utilizza pressioni relativamente basse circa 200 Atm. e temperature più elevate intorno a 500°; il sistema Claude invece preferisce alte pressioni verso le 1000 Atm. e temperature più basse. I sistemi Casali e Fauser sono una via di mezzo. Ma per tutti il catalizzatore costituisce il segreto principale.

Comunque sia l'energia che occorre spendere nella sintesi della ammoniaca è soltanto energia meccanica di compressione, quella necessaria per portare le miscele gassose alle atmosfere volute e per liquefare l'ammoniaca ottenuta. E questa energia non rappresenta la maggior parte del costo del prodotto, rispetto al costo dell'azoto e dell'idrogeno in quanto che questi due gas debbono essere precedentemente preparati allo stato di maggior purezza possibile. La questione dell'ammoniaca è ricondotta quindi alla questione dell'idrogeno e dell'azoto: cioè alle due materie prime che necessariamente bisogna preparare dai due prodotti naturali aria e acqua. Il forte risparmio nei riguardi della temperatura è dovuto alla reazione esotermica e alla presenza del catalizzatore. Comunque sia abbiamo già più sopra accennato che l'azoto combinato sotto forma di ammoniaca è quello che richiede il minor dispendio di energia e precisamente circa 12 kw.-ora per kg. di azoto. Tantochè l'acido nitrico si prepara oggi per ossidazione della ammoniaca, tanto più che la reazione

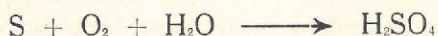


non solo è esotermica ma si compie in presenza di un catalizzatore ricuperandosi in tal modo una parte dell'energia che va a vantaggio della concentrazione della soluzione di acido nitrico ottenuto: concentrazione che rappresenta a tutt'oggi la spesa più importante di questo processo, per la necessità di ottenere l'acido nitrico più concentrato che sia possibile.

*L'acido solforico.* — Fra i prodotti della grande industria chimica l'acido solforico, in ordine cronologico, è stato uno dei primi a svilupparsi. La sua preparazione iniziale ebbe origine dalla distillazione secca del vetriolo (solfato ferroso) onde il nome di olio di vetriolo.

Ma il processo fondato sulla combustione dello zolfo lo ritroviamo già all'epoca di Basilio Valentino verso la metà del 1400. La preparazione su base industriale incominciò a Londra verso la fine del 1700 e la sua ascesa prese sviluppo quando diventò la materia prima per la fabbricazione della soda Leblanch, e si istituirono le così dette « camere di piombo ». Queste costituiscono ancor oggi un esempio meraviglioso di ciò che la scienza può sullo sviluppo della tecnologia e con quanta ingegnosità si possa arrivare con un apparecchio di enormi dimensioni, non solo alla completa utilizzazione di tutti i prodotti di cui le molteplici reazioni sono capaci di dare a fianco del prodotto principale, ma anche alla riduzione sempre crescente del consumo di energia. Tantochè il consumo oggi è quello assolutamente necessario per la circolazione dei materiali di reazione al trasporto dei prodotti di rifiuto e alla spedizione dell'acido solforico.

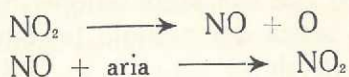
La reazione schematica per cui si ottiene l'acido solforico è la seguente :



I primi due atomi di ossigeno si combinano direttamente con sviluppo di calore (potere calorifico dello zolfo 2000 cal.) il terzo atomo ha bisogno di un catalizzatore fisso (spugna di platino o ceneri di pirite purissime) oppure di un artificio col quale sia possibile rendere atomico l'ossigeno molecolare dell'aria. A questo scopo occorre una sostanza che accompagnasse i prodotti gassosi nel loro cammino, e una volta compiuta la trasformazione si rigenerasse e rientrasse in circolazione.

Senza questo ciclo chiuso il processo non avrebbe mai potuto raggiungere le condizioni economiche richieste per un prodotto di così grande consumo. La sostanza che attua tutte queste condizioni è costituita dagli ossidi di azoto e precisa-

mente dalla ipoazotite  $NO_2$ , ottenuta dalla decomposizione dell'acido nitrico, poichè:



La difficoltà maggiore era quella di recuperare questi prodotti gassosi alla fine della loro corsa attraverso alle camere di piombo, per farli rientrare in circolazione senza perdite sensibili.

In questo caso dunque l' $NO_2$  rappresenta una specie di catalizzatore mobile che accompagna i prodotti negli elementi gassosi di trasformazione e compiuto il suo ufficio, viene fissato, ripreso e rimesso in circolazione. Ora non era facile inventare di getto un apparecchio che realizzasse tutte queste condizioni, ed ecco perchè le camere di piombo ebbero sviluppo lentissimo come forse non ebbe nessun altro apparecchio. Le prime camere di piombo furono ideate alla fine del 1700, la torre di Gay-Lussac fu introdotta nel 1727, e solo nel 1864 fu applicata la torre di Glover. Ma fu sempre un succedersi di perfezionamenti riguardanti la combustione delle piriti, la produzione dell' $NO_2$ , la circolazione dei gas, l'uso del vapore d'acqua, oggi sostituito con l'acqua nebulizzata, l'equilibrio di temperatura nell'interno delle camere, la concentrazione optimum dell'acido nelle camere, nella torre di Gay-Lussac, e nella torre di Glover, la velocità di efflusso dei gas in relazione alla velocità di combustione delle piriti, lo scarico delle ceneri di pirite, il recupero del rame presente nelle ceneri, l'utilizzazione delle piriti come materia prima per il ferro, e finalmente tutti quegli accorgimenti per rendere più automatico che fosse possibile la circolazione dei prodotti liquidi dalle camere alla torre di Gay-Lussac, a quella di Glover, alle cisterne di imballaggio, ecc.

Cosicchè dalla reazione:



nulla va perduto neanche l'energia che si sviluppa sotto forma di calore durante la combustione dello zolfo.

Il calcolo della resa si fa considerando la quantità di solfo bruciato per metro cubo di camera di piombo, e dalla quantità di acido solforico a 50° B<sup>e</sup> ottenuto. Il controllo della resa si fa con manometri, densimetri, pirometri, anemometri con i relativi quadri indicatori verso il centro della fabbricazione, con analisi periodiche dei gas alla entrata e alla uscita delle camere.

L'acido solforico che si ottiene dalle camere di piombo si adopera per i 4/5 alla produzione dei concimi chimici: per le industrie degli esplosivi occorre un acido solforico concentratissimo e sul principio si ricorreva alla concentrazione di quello delle camere di piombo, concentrazione che richiedeva un consumo non indifferente di energia gravante economicamente troppo sul prodotto desiderato.

Ma l'aver trovato un catalizzatore fisso della combinazione dell'ossigeno con l'anidride solforosa rese industriale ed economica la preparazione dell'acido solforico fumante od Oleum; che è precisamente il prodotto che si ottiene col così detto « metodo di contatto » cosicchè i due metodi anzichè farsi concorrenza si integrano e hanno reso possibile un ulteriore sviluppo nella produzione di un acido che è uno dei più grandi acquisti della tecnologia industriale chimica, e che ha dato l'impulso alla produzione sintetica dei prodotti chimici.

L'acido solforico che nei primi tempi della sua produzione si vendeva a 35 franchi al chilo, e poi scese a 6 franchi, oggi si vende sulla base di mezza lira al chilo !

Riassumendo: Il concetto di merce, dopo lo sviluppo delle industrie chimiche sintetiche, acquista un significato ben più comprensivo del solo concetto di compra-vendita.

Dobbiamo tener presente che l'indice economico del profitto derivante dalla compra-vendita è segnato anche dal fattore energetico, in quanto che l'energia si produce e si vende precisamente per trarne profitto come da qualsiasi merce. Soltanto che il mercato della energia-merce ha caratteristiche diverse da quello della massa-merce. Ed avendo l'energia come supporto la massa, il problema immanente è quello di aumentare la concentrazione della energia nell'unità di massa.

Per esempio, se noi potessimo artificialmente elevare il potere calorifico dei combustibili, noi eleveremo l'indice eco-



nomico di quel combustibile: la berginizzazione avrebbe precisamente questo scopo. Trasformare il carbone in petrolio, è concentrare il potere calorifico della materia prima carbone.

Bisogna stabilire se fra l'energia consumata per questa concentrazione e l'energia utile resa dal prodotto sintetico vi sia il rapporto economico positivo. Tutte le volte che questo rapporto sia realmente positivo, la industria sintetica trasformando una energia potenziale di un prodotto, in un altro, dove l'energia sia più concentrata per unità di massa, realizzerà le condizioni economiche del lavoro.

In questo caso però l'espressione di merce è data dalla energia facendo astrazione dei prodotti materiali che ne sono l'indice. Ecco perchè noi potremo considerare l'energia come merce.

## VII.

### APPENDICE

---

#### 1. - Circolazione delle merci.

SOMMARIO. - Le proprietà sono condizioni di offerta e di accettazione - Contrattazione su campione - su titolo - su resa - I capitoli - I laboratori analitici di controllo - Le vie di comunicazione - Gli imballaggi - I mezzi di trasporto - Rapidità delle comunicazioni - Le tare - La dogana - I Laboratori delle gabelle - La Sanità pubblica.

Non avrebbe nessun significato preparare, produrre, fabbricare le merci se queste non si facessero circolare attraverso al trasferimento di proprietà fino al consumo.

Il consumo può essere *totale* perchè disperso, come avviene del sapone; *limitato*, in rapporto al ricupero dei prodotti di rifiuto, dopo il consumo, come nella lavorazione dei cascami di lana, di seta, di cotone, nella lavorazione dei cenci, ecc., con la conseguenza della produzione di nuove merci che invadono altri campi diversi da quelli da cui eravamo partiti.

L'essenziale è che avvenga l'offerta, la quale conduca alla accettazione e alla diffusione verso mercati sempre più ampî.

Già parlando della energia si è visto che la condizione più economica di essa è quella di partire da un unico centro di produzione e svilupparsi verso la maggior superficie. Lo stesso può ripetersi per le merci le quali vengono tratte da ampie superfici di produzione e accentrate nei mercati per essere distribuite verso più numerosi centri commerciali. Questo raccogliere, concentrare e distribuire attraverso alla richiesta, offerta e contrattazione, costituisce la circolazione commerciale dei prodotti.

Le cause che determinano lo scambio delle merci, attraverso lo scambio monetario che è l'indice del loro valore, sono così varie e complesse che esulano dal campo merceologico, per entrare nelle complicate manifestazioni economiche generali.

Ma per limitare le osservazioni allo scopo nostro, dovremo pure ammettere che tanto più una merce entra nel giro commerciale quanto più le proprietà della merce offerta corrispondono alle proprietà della merce richiesta in base alle quali si stipula il contratto di compra-vendita.

Queste contrattazioni siano, esse orali, scritte o definite da capitolati possono essere fatte: o su campione presentato, o su campione definito, o su titolo, o su resa.

La contrattazione su presentazione di campione è caratterizzata dall'impegno che il venditore assume di consegnare merce della stessa qualità del campione. Il punto più delicato di questa specie di contrattazione è evidentemente la formazione del campione. Questo deve essere creato con cura scrupolosa e specialmente con la massima onestà, se si vuole evitare tutte quelle controversie litigiose derivanti dal non corrispondere la merce al campione. L'assoluta omogeneità della massa da cui deve venire estratto il campione è la regola che si deve sempre osservare se si vuole che questo abbia realmente le medesime proprietà della merce. I vini, gli olii, le stoffe e moltissime altre merci si usano negoziare sul campione presentato. Questo genere di contrattazione è specialmente seguito nel piccolo commercio.

Il gran commercio si fa invece su campioni standardizzati, specialmente se le qualità possono essere ben definite. Così si negoziano i cotonei, gli zuccheri, i caffè, i grani, ecc. Le Borse mercantili e talvolta alcune grandi Case esportatrici stabiliscono dei campioni ufficiali, dove il campione, contrassegnato il più delle volte da una sigla o da un numero, definisce esattamente la qualità della merce.

Altre merci si contrattano a *titolo*, e sono quelle il cui valore è determinato dalla quantità del principio attivo in esse contenuto.

Tutti i concimi sono contrattati a titolo: i fosfatici a titolo di anidride fosforica, gli azotati a titolo di azoto, i potassici

a titolo di ossido di potassio e così via. Il prezzo delle sostanze tartariche è determinato dalla percentuale di acido tartarico; quello del citrato di calce dalla percentuale di acido citrico.

La contrattazione a resa si fa per quelle materie per le quali è possibile valutare la quantità di prodotto commerciale ottenuto dopo la lavorazione industriale.

Esempio tipico si ha nelle raffinerie degli zuccheri dove il prezzo è stabilito in base alla quantità di zucchero cristallino che si può ottenere da una determinata quantità di zucchero grezzo. A tale risultato si giunge dosando le ceneri che indicano la presenza, in diversa misura, di impurezze minerali e organiche.

Il latte, che le grandi fabbriche di formaggi acquistano, è contrattato in base alla resa di cacio.

Il prezzo del risone o riso vestito, viene fissato in relazione al rendimento di riso spogliato o pulito.

Le piriti si contrattano a resa di acido solforico; per queste spesso nascono controversie, perchè il compratore ha interesse di comprare sulla resa in acido solforico mentre al venditore conviene vendere sulla quantità di zolfo totale. In questi casi viene fissato d'accordo con le parti il metodo analitico da seguirsi.

Per le grandi Aziende Statali, Provinciali, Comunali, l'acquisto dei vari prodotti è subordinato ai Capitolati, specie di regolamenti in cui sono fissate le proprietà a cui devono soddisfare le merci.

Generalmente queste aziende provocano delle gare fra le diverse ditte offerenti, le quali stabiliscono l'offerta della merce per prezzo, quantità e qualità. Le aziende hanno poi i loro laboratorî analitici di controllo. Così si hanno i laboratorî dei materiali per le FF. SS. e i laboratorî Chimici Provinciali, quelli delle Gabelle, ecc.

\* \* \*

La creazione di vie di comunicazione più comode, sicure, e la migliore utilizzazione di quelle esistenti, l'organizzazione di mezzi di trasporto più veloci ed economici, l'adozione di sistemi d'imbaggio più conveniente e meno costosi, sono tutti

fattori che influiscono potentemente sulla circolazione della merce.

Le nazioni che hanno saputo meglio delle altre risolvere il problema dei trasporti, favorite anche dalla posizione geografica, sono quelle che impongono sul mercato la loro merce; a prezzi più convenienti a parità di qualità.

L'Italia si fornisce per la quasi totalità di petrolio americano perchè la sapiente organizzazione nord-americana, che ha creato una rete di canalizzazioni sotterranee di migliaia di chilometri per il trasporto della materia prima dai pozzi d'estrazione alle raffinerie, ideato i famosi « pipes » e le navi cisterne, per il trasporto del prodotto raffinato a tutti i porti del mondo, e fondato i depositi litoranei e interni, ha potuto trionfare sul grande ostacolo della distanza.

Lo stesso dicasi del carbone inglese perchè il trasporto marittimo di questo è meno costoso di quello per via terrestre della Germania. Per alcuni paesi la difficoltà del trasporto ha reso impossibile lo sviluppo di determinate industrie agrarie pur trovando nei loro terreni le condizioni più favorevoli di produzione. Così, sebbene alcune plaghe del Sudan e dell'Africa equatoriale siano particolarmente atte alla coltura del cotone, le condizioni addirittura primordiali del trasporto e la mancanza di vie di comunicazione ne impediscono la coltivazione. La costruzione della linea ferroviaria transafricana avrà una enorme influenza sullo sviluppo commerciale del centro dell'Africa.

Ma le strade e i mezzi di trasporto non bastano ancora a favorire la circolazione delle merci, una grande importanza su di essa hanno gli *imballaggi*.

L'imballaggio è l'involucro destinato a proteggere la merce dagli agenti esterni e non soltanto da quelli dovuti all'aria e all'acqua, ma anche dalle facili manomissioni, che possono avvenire durante il viaggio, quando non siano dei veri e propri furti.

In qualche caso l'imballaggio serve a selezionare la merce e l'introduzione di questa in determinati Stati è regolata da Leggi speciali sugli imballaggi. Anche determinate tariffe doganali variano col variare della natura dell'imballaggio.

Se la merce non ha imballaggi si dice « merce alla rinfusa »

come avviene per i grani, per i carboni, per gli olii e per i petroli, che si trasportano in speciali navi cisterne.

Il costo dell'imbballaggio, ha naturalmente grande peso nella scelta del medesimo; i concimi chimici, per esempio venivano fino a pochissimo tempo fa spediti in sacchi di iuta, e la industria cilena dei nitrati e dei concimi in genere aveva dato grande impulso all'industria della iuta.

Ma per la richiesta di questa essendosi elevato di troppo il prezzo della fibra tessile, si è trovato più conveniente spedire i concimi chimici in sacchi di carta, e tale involucro lo si adotta anche per i cementi, e va sempre più estendendosi ad altri prodotti.

L'imbballaggio viene ordinariamente pagato insieme con la merce ricevuta e allora non si restituisce, talvolta vi è l'obbligo di restituzione come si usa per le bombole per il trasporto dei gas, per le quali si stabilisce un prezzo di nolo. Qualche altra volta, assai più rara, esso viene venduto nel luogo d'arrivo come merce originaria; così accade per le damigiane di vetro contenenti riso inviate a certi porti del Mar Rosso, ove sono richieste.

\* \* \*

La tara o la deduzione dell'imbballaggio dal peso lordo della merce per ottenere il peso netto, è fatta in vari modi: si ha la tara *reale*, quando il peso dell'imbballaggio è materialmente constatato al momento dell'acquisto e della recezione. La tara *scritta* o di *fattura* è quella che viene scritta sulla fattura, e alla quale il compratore si deve rimettere. La tara *d'uso* è il tanto per cento che usualmente si abbuona su ogni collo. La tara *legale* è quella fissata dalle Dogane agli effetti fiscali. Infine la tara *per merce* si ha quando l'imbballaggio vien venduto come merce.

\* \* \*

La Dogana e la Sanità Pubblica sono due fattori importantissimi di circolazione commerciale, e contribuiscono sulla preparazione, offerta, denominazione e imbballaggio delle merci.

Basta dare uno sguardo al Repertorio Doganale e alla Tariffa per comprendere come si possa logicamente istituire una continua lotta alle barriere doganali per varcarle sulla base della minore tariffa.

E che questa lotta sia diuturna lo dimostrano le numerose circolari ministeriali, il Bollettino delle informazioni, quello importantissimo delle controversie in materia fiscale e doganale sulla qualificazione delle merci.

La Dogana è come una grande rete, dove le merci, alle volte, si impigliano senza speranza di sfuggita, e da cui, purtroppo, alle volte si allontanano per prendere irrimediabilmente altre vie, dove le reti sono a maglie più larghe.

La Dogana è un ganglio nervoso, assai delicato, del commercio, ed una sana legislazione doganale può essere la condizione di prosperità di tutti quei popoli che si accordano con onestà di propositi nello scambio di prodotti, che vuol dire stimolo a tutte le attività peculiari di essi.

La Dogana, si dirà, è un male necessario; non dimentichiamoci però che un male va curato con le più grandi precauzioni, perchè l'organismo non venga distrutto. E finchè esiste il male esiste anche il pericolo, ma il giorno in cui le barriere doganali scompariranno, quel giorno sarà l'indice della salutare e fraterna organizzazione dei popoli.

I laboratori delle gabelle sono istituiti appunto per controllare le merci in arrivo o in partenza in relazione alla denuncia fatta sulla loro natura.

Benchè su di un campo più ristretto, la Sanità Pubblica ha la sua grande azione sul fattore merceologico.

La legge sanitaria stimola la circolazione di alcuni prodotti e reprime quella di altri, e in questa alternativa si determinano tutti quegli accorgimenti per adattare la qualità delle merci, alle restrizioni della Legge Sanitaria, per l'osservanza della quale vi sono gli Ufficiali Sanitari, i Laboratori di igiene e di controllo.

## 2. - Alterazioni e falsificazioni.

SOMMARIO. - Magazzinaggio - Prodotti freschi e prodotti conservati - I metodi di conservazione - Mezzi chimici e mezzi fisici - Industria del freddo - Proprietà conferite - Sofisticazioni - Le analisi e i giudizi analitici - Denaturazione e suo scopo - Surrogati e succedanei - Le frodi e le contraffazioni - contraffazione industriale e contraffazione commerciale.

Ogni sostanza, corpo o prodotto, che abbia o gli siano state conferite tutte quelle proprietà definite dal nome con cui entra in circolazione nei mercati allo stato di merce, può subire in questa circolazione delle soste di « magazzinaggio », sia alla rinfusa all'aria libera, o chiusa in ambienti, sia conservata in recipienti di legno, di latta, di stoffa, di carta, di paglia, ecc. sia già pronta nei suoi imballaggi.

In queste soste, col tempo, può andare soggetta a delle alterazioni, le quali tendono a denaturare le proprietà originali della merce tanto da ridurla in condizioni non più adatte alla circolazione commerciale. È necessario così conoscere le cause di alterazione per impedirla.

Quelle che si alterano più rapidamente sono le carni in genere, il latte, le ova, i fiori, le frutta.

Ecco perciò sorgere l'industria delle carni e dei pesci conservati, del latte condensato, e si cerca di far durare più a lungo possibile le ova, le frutta, i fiori.

È certo però che per quanto la conservazione mantenga costanti le proprietà nutritive delle merci « fresche », tuttavia queste subiscono dei cambiamenti, e i « prodotti » conservati sono ben diversi dai prodotti appena preparati.

Ma la « conservazione » è imposta dalle esigenze del mercato che troverebbesi alle volte congestionato di merce, e in altri momenti affatto sprovvisto. In questo equilibrio fra produzione e circolazione dei prodotti alimentari facilmente alterabili, trovò un grande sviluppo l'industria del freddo, per cui si avvantaggiarono i mezzi di trasporto dei prodotti alimentari da un continente all'altro della terra.

È stato così possibile consumare in Europa le carni macel-



late in America, usare nell'industria pasticciera europea le uova prodotte in Cina.

I pesci del Mare del Nord sono inviati nei mercati dei paesi temperati, e i pesci delle coste del Marocco sono portati allo stato fresco nei mercati di Roma e di Milano; le frutta dell'Africa risalgono fino in Inghilterra, e i fiori della nostra riviera sono portati nei più lontani paesi del mondo.

E tutto ciò senza l'ausilio dei prodotti chimici conservativi ma colla refrigerazione artificiale.

I prodotti alimentari su accennati sono di breve durata, trattandosi, diremo così, di ore, o di pochi giorni. Con l'industria della conservazione in scatole sterilizzate, le sostanze alimentari possono durare anche dei mesi e degli anni, purchè si eserciti su questa conservazione una osservanza igienica assai scrupolosa, regolata da una severa legislazione.

In molti Stati è permessa la sola sterilizzazione, in qualche altro Stato è permessa l'aggiunta di prodotti chimici conservativi, ma limitatissimi di numero e di qualità. Sull'uso di questi antifermentativi (poichè le alterazioni sono dovute nella maggior parte dei casi a fermentazione) i pareri, anche fra gli igienisti, sono discordi, e non poche controversie hanno causato, dinanzi all'autorità giudiziaria.

Certo che le alterazioni delle sostanze alimentari sono quelle che interessano di più i commercianti e preoccupano i dirigenti dei servizi annonari.

Molti altri prodotti hanno invece bisogno di un certo « magazzinaggio » per raggiungere le proprietà richieste dal mercato (maturazione), così i formaggi, gli olii, i vini, specialmente di lusso come gli spumanti, certe determinate frutta, ecc., e qui per ogni prodotto esiste una tecnologia particolare perchè le alterazioni procedano nel senso desiderato verso il miglioramento del prodotto.

Ma le alterazioni non si limitano ai prodotti alimentari; si può dire che qualsiasi sostanza, organica od inorganica sia soggetta, col tempo, ad alterarsi. Queste tramutazioni sono dovute, a fermentazioni per opera di microrganismi, ad azioni lente degli agenti atmosferici, o a ripetute azioni fisico-meccaniche come avviene nelle macchine. Onde la necessità dello

studio « entomologico » dello studio microchimico, e di quello micrografico.

Comunque sia, dalle rapide alterazioni dei prodotti alimentari, alle lente trasformazioni dei tessuti, della carta, del legno, delle vernici, dei materiali da costruzione, dei metalli e dei manufatti che da essi provengono, tutto è in continua trasformazione; cosicchè anche le proprietà delle merci non debbono considerarsi costanti che al momento che si considerano, e la conoscenza della loro variazione nel tempo è un dato non poco importante ai fini delle considerazioni economiche, e nella difesa della genuità della merce nel senso che essa corrisponda per le sue proprietà al nome sotto il quale è posta in commercio e come tale ne riceva le applicazioni che si adattano o si impongono a quelle proprietà.

Si può dire che ogni entità merceologica ha un suo particolare modo di possibilità di alterazione e di questo deve tener conto nella parte descrittiva di essa.

Vi sono già vocabolari appositi che contemplano precisamente i casi particolari di alterazione di ciascuna voce merceologica e contemporaneamente ne descrive le falsificazioni.

Dal momento che il valore commerciale di un prodotto dipende essenzialmente dalle sue proprietà, è naturale che si cerchi di dare alle merci quelle proprietà per le quali esse vengono meglio apprezzate.

Queste proprietà « conferite » ad arte per avvalorare un prodotto scadente, o reintegrare delle proprietà perdute dal tempo o dall'uso o addirittura sostituire un prodotto ad un altro, gabellando per genuino ciò che è stato adulterato, sofisticato o contraffatto, costituiscono il capitolo estesissimo delle *Falsificazioni*.

Anche di queste se ne occupa il merceologo e tale è il numero dei fatti acquisiti, che esistono per le falsificazioni e le repressioni di esse, vocabolari, periodici, legislazioni. È difficile non trovare in commercio un prodotto che non venga in qualche modo o in determinati tempi falsificato.

Riserbando alla parte descrittiva la trattazione dei casi singoli si potrà brevemente accennare che le falsificazioni possono essere: *adulterazioni*, *sofisticazioni*, *surrogati*, *contraffazioni*.

*Adulterazioni.* - L'adulterazione consiste nell'aggiunta di una sostanza di scarso valore per aumentare il volume o il peso di una merce.

L'acqua è la sostanza a cui si ricorre più largamente; si aggiunge acqua nel vino, nel latte, nel caffè tostato, nello spirito, nel carbone vegetale.

La farina di frumento viene adulterata mescolandola col talco, gesso o baritina; l'olio d'oliva lo si mescola con olio di semi (colza, cotone, soia).

Si sovraccarica la seta per renderla più pesante, si aggiunge comunemente fecola, alle conserve (pomodoro), alla cioccolata, al cacao.

Al nitrato di sodio si aggiunge solfato di sodio, che ha il medesimo aspetto del primo e costa assai meno. A molte sostanze si usa togliere il principio attivo o uno dei componenti. Così si vende caffè decaffeinato, e il latte scremato.

Le adulterazioni vengono continuamente praticate in commercio, sebbene la scienza fornisca vari mezzi per iscoprirle. Spesso il solo esame microscopico basta per rintracciare la sostanza adulterante, le reazioni chimiche sono poi di vasto impiego. I laboratori Chimici Provinciali di recente istituzione hanno lo scopo di controllare le merci dal punto di vista igienico e alimentare, per combattere le frodi nel commercio di esse.

Le Stazioni Agrarie sono incaricate della sorveglianza nel commercio dei prodotti agrari con la legge 25 ottobre 1925.

I Laboratorî Chimici delle Gabelle non soltanto hanno il compito della classificazione doganale delle merci ma controllano i prodotti in ordine alla denuncia del nome agli effetti fiscali di dogana.

*Sofisticazioni.* - Per sofisticazioni si intendono più propriamente tutti quegli artifici che si praticano sulle merci per abbellirle, dar loro un aspetto esteriore più attraente, renderle più accette al compratore, aumentandone in tal modo il prezzo senza migliorarne la qualità.

Così è sofisticazione comune colorire il vino, colorire e lucidare qualità scadenti di caffè per farle passare per qualità superiori, colorire i confetti, gli sciroppi, le paste alimentari, dare l'aroma al vino.

La sofisticazione dunque, pure essendo una frode, è meno

grave dell'adulterazione, perchè essa mira a modificare soltanto l'apparenza, non la qualità, ossia le proprietà intrinseche della merce.

Un altro tipo di sofisticazione assai frequente, che ha carattere più accentuato di frode è di nascondere con artifici più o meno leciti le alterazioni avvenute nella merce.

Per esempio, trattare con formalina o con carbone le carni guaste per farle apparire fresche. Sotto questo tipo di sofisticazione si potrebbero includere quelle operazioni che si compiono per gabellare per antichi oggetti d'arte fabbricati recentissimamente.

Alcuni trattamenti che si compiono per dare alla merce un aspetto migliore non si considerano più sofisticazioni, in quanto questi trattamenti sono ormai imposti dalle condizioni di mercatura come, per esempio, verniciare il cuoio, aggiungere di zucchero il vino per creare lo champagne, imbiancare i tessuti, la cera, la stearina, aromatizzare la cioccolata, profumare il sapone.

Chi non usasse questi artifici, che in fondo se si limitano a quelli da noi riportati, non sono dannosi alla salute pubblica, si vedrebbe sicuramente abbandonare dai suoi clienti, i quali reputerebbero di qualità inferiore una cioccolata non aromatizzata alla vainiglia, o un sapone senza alcun profumo o una pasta da minestra senza il bel colore giallo tradizionale.

*Denaturazione.* — La denaturazione consiste nel mescolare alla merce genuina qualche sostanza che la rende inadatta all'uso per il quale si vuol proibire la merce genuina. Questo è un trattamento imposto alle volte per legge alle merci di monopolio o colpite da forte tassa fiscale, perchè possano essere vendute a minor prezzo del prodotto genuino. Così si denatura l'alcool con materie che ne alterino l'odore e il sapore perchè, pur non impedendone l'uso come combustibile, non possa essere atto alla preparazione di bevande alcoliche. Si denatura il sale con sostanze fortemente aromatiche insopportabili al gusto dell'uomo, con l'essenza di genziana specialmente, perchè possa essere largamente adoperato a un prezzo minore nell'industria dei saponi, dei bagni minerali, come sale pastorizio, nella fabbricazione di stoviglie, ecc. Per ogni uso vengono stabilite denaturanti diversi.

*Surrogati.* — Col titolo di surrogato si deve intendere una sostanza che sta al posto di un'altra, pur trattandosi di due sostanze diverse nell'insieme, ma che concorrono al medesimo scopo.

Così la margarina è un surrogato del burro, perchè la struttura chimica della margarina è assai simile a quella del burro, e dal punto di vista alimentare concorrono allo stesso scopo. Certo però, che nella margarina mancano tutte quelle sostanze complementari del burro naturale, che rendono questo più gradito.

Il caffè ha questo nome in quanto contiene la caffeina, ma non soltanto per questo, poichè un surrogato del caffè potrebbe essere allora una soluzione diluita di caffeina. Ma il caffè è commerciabile in quanto oltre alla caffeina ci sono quelle sostanze complementari aromatiche che caratterizzano la bevanda « caffè ».

Queste sostanze complementari si ottengono dalla torrefazione e provengono precisamente dalle sostanze amidacee e zuccherine contenute nel caffè. Qualunque sostanza amidaceo-zuccherina torrefatta darà dunque le sostanze complementari del caffè, ma non la caffeina. Quindi il nome di « surrogato del caffè » si riferisce alla bevanda aromatica, ma non al principio attivo, e solo come bevanda aromatica il caffè fatto con fichi, carrube, datteri, ecc. torrefatti può considerarsi come un surrogato. Meglio per ciò in questo caso chiamare le sostanze che danno bevande analoghe al caffè, « succedanei del caffè ».

Invece un vero e proprio surrogato del caffè è il thè, come si deve considerare la birra un surrogato del vino.

Il problema dei surrogati, se conduce purtroppo a casi di frode quando si vuole gabellare per genuina la merce che è surrogata, diventa però un problema d'interesse industriale e commerciale di prima importanza quando la surrogazione è compiuta da sostanze che rivestono un carattere merceologico di primissimo ordine.

Così, per esempio, l'introduzione del cotone come surrogato della lana, la seta artificiale come surrogato della seta naturale. E nessuno ha mai accusato di frode il commerciante che vende la seta artificiale dichiarandola, s'intende, come tale.

La ricerca affannosa del « carburante nazionale » come sur-

rogato della benzina costituisce un problema *tecnico-industriale* che ha dato un forte impulso industriale in tutte le nazioni povere di petrolio e di carburanti liquidi in genere.

Gli olii di semi sono surrogati dell'olio di oliva non tanto e non sempre dal punto di vista alimentare come dal punto di vista dell'industria dei saponi.

La legge vuole che si dichiari la merce che si vende, perciò proibisce le miscele dei surrogati con le merci genuine, pontendo così le miscele essere meglio controllate.

La frode non è commessa tanto dall'industriale, il quale crea la merce secondo la propria industria, e ci tiene anzi a mantenerla genuina più che sia possibile, quanto dal dettagliante, il quale ha nei locali di rivendita tanto la merce genuina quanto la merce surrogata, e approfitta dell'ignoranza del consumatore per commettere la frode.

Se l'uso dei surrogati può non portare conseguenze tangibili nella maggior parte dei casi, però alle volte danneggia seriamente una lavorazione di determinati prodotti. Per esempio, il pepe si usa abbondantemente nell'industria degli insaccati, e non tanto come droga in sè quanto come mezzo di conservazione delle carni insaccate. Ora, se invece di pepe genuino si usa pepe artificiale fatto con noccioli di olivo aromatizzati, non si raggiunge lo scopo della conservazione delle carni, e non poche partite di prosciutti e salami alle volte sono state sacrificate per questa frode.

*Contraffazione.* — Le contraffazione è una sostituzione di merce con un'altra di natura e qualità diversa, tale però da imitare la merce vera e genuina, avendone però un prezzo straordinariamente minore.

Chi contraffà una merce mira a sfruttare a proprio vantaggio la notorietà che un prodotto gode sul mercato. Questa falsificazione non danneggia solamente il compratore, il quale paga una merce scadente al prezzo della migliore, ma più ancora il produttore o il commerciante.

In qualche caso il prodotto contraffatto si designa col nome di « falso », così si hanno le perle false, i diamanti falsi, l'oro falso, l'indaco falso (l'indofenone), da non confondersi col prodotto sintetico perfettamente identico a quello naturale. Le contraffazioni ora accennate sono contraffazioni di sostanze.

Le « contraffazioni di forma » sono quelle che si hanno con prodotti identici, ma di fabbricazione diversa. Questa si può chiamare *contraffazione industriale*. Così per esempio, in Italia si fabbricano delle stoffe perfettamente identiche a quelle inglesi, ma per poterle smerciare al prezzo che conviene alla lavorazione e qualità, si contraffanno nelle marche e nella presentazione come se fossero stoffe inglesi. Poi a lungo andare, conquistato il mercato, si vendono come stoffe italiane.

La *contraffazione commerciale*, si ha quando il prodotto ha origine fabbricativa diversa, è realmente non identico al prodotto che ha ormai conquistato il mercato, e si tenta di venderlo col nome di origine. Così avviene per il formaggio Gorgonzola, che si fabbrica anche in Francia, e vien fatto passare per italiano; per l'Emmenthal svizzero che si fabbrica anche in Italia, ecc.

Il Cognac che è di origine francese, si produce anche in Italia, e una volta i nostri fabbricanti per poterlo vendere dovevano spacciarlo per francese; così per lo Champagne, ecc.

Per queste contraffazioni si è finito, nella maggior parte dei casi, col dichiarare l'origine della fabbricazione; così si dichiara Gorgonzola francese, Emmenthal italiano, Cognac italiano, ecc. i prodotti contraffatti. Si considera pure come contraffazione industriale fabbricare merci protette da un brevetto e smerciarle come autentiche, riferibili al brevetto.

La *contraffazione commerciale* è la falsificazione che si compie vendendo prodotti, protetti da un marchio, o una sigla, o altri segni esteriori facilmente riconoscibili (come l'imballaggio) che sono per il compratore una garanzia della genuinità del prodotto, ponendoli in commercio con un marchio imitato, o anche sotto un aspetto esteriore che possa trarre in inganno il compratore disattento.

# INDICE - SOMMARIO

## PARTE PRIMA

### LE PROPRIETÀ DELLE COSE

*Prefazione* . . . . . Pag. 3

#### I. - Introduzione.

1. - *La merceologia nel quadro delle conoscenze* . . » 7

Le idee merceologiche di H. Spencer - Origine, evoluzione e sviluppo della merceologia - L'energon - L'entità merceologica - I limiti della merceologia con la produzione agraria, meccanica, edilizia, manifatturiera, chimica da un lato e l'economia e i mercati dall'altra - Equilibrio economico.

2. - *Concetto, natura, nome, classificazione delle merci* » 16

La merce come oggetto di scambio - e come entità tecnologica - Il fattore economico - le diverse classificazioni - Il significato del nome agli effetti della classificazione e della natura di un prodotto - Classificazione nel concetto tecnologico, doganale, economico.

#### II. - Le proprietà fisiche.

1. - *Pressione e tensione* . . . . . » 28

Fase intesa come stato fisico delle sostanze - Tensione di vapore dei solidi e liquidi - Pressione gassosa - Velocità di efflusso e densità gassosa - gas compressi e liquefatti - tensione di vapore e distillazione di liquidi - Tensione dei solidi e sublimazione - Le applicazioni.

2. - *Massa e peso specifico* . . . . . » 38

Relazione tra forza, peso, massa, accelerazione - Concentrazione cinetica e concentrazione chimica della materia - peso specifico, Concetto di peso



molecolare e peso atomico - Vari metodi per determinare il peso specifico - Confronto fra le diverse scale aerometriche - Volume specifico e potere calorifico cubico - Applicazioni.

3. - *Fenomeni dovuti alla coesione* . . . . . Pag. 47

Elasticità coefficiente e modulo - Torsione e torsimetri - Durezza - Resistenza alla trazione - Carico di rottura - Punto di snervamento - Strizione - Resilienza - Friabilità - Duttilità - Gli stacci metallici - Malleabilità - Fogli sottili metallici - Battiloro.

III. - **Le proprietà organolettiche.**

1. - *Vista e udito* . . . . . » 63

Considerazioni generali sulle proprietà organolettiche - L'occhio come organo di percezione dei colori - Le onde luminose - Luci colorate - I colori - I coloranti - Colorimetri - Colori inorganici e organici - Colori considerati innocui per le sostanze alimentari - Il suono - Sua percezione - Rumori - avviso - Loro standardizzazione - L'arte e la merceologia - Fonografi - Radio.

2. - *Olfatto, gusto, tatto* . . . . . » 73

L'olfatto quale fattore di scelta e di apprezzamento - Sensibilità agli odori - Limiti di percezione - L'olfatto nelle industrie alimentari e profumiere - Il gusto come eccitazione nervosa predisponente - Importanza nella preparazione degli alimenti dei dolci e dei liquori - Tatto e contatto - Differenziazione nelle superfici - nel peso - nella forma - nello stato igrometrico - Forma e formato - macroforme e microforme - Legge di Fechner sulle percettività organolettiche.

IV. - **Proprietà fisiche molecolari e atomiche.**

1. - *Proprietà termiche* . . . . . » 88

Caloria - Calorico specifico - Legge di Dulong e Petite - Conservazione del calore - Trasmissione per conduzione - Per convezione e per irraggiamento - Dilatometria e dilatometri - Manometri - Energia di volume e sue applicazioni -

Pressioni infinitesimali - Cambiamenti di stato - Stato critico - Allotropico - Colloidale - Punti di fusione e di ebollizione - Soluzione - Curve di solubilità - Attrito interno e lubrificanti.

2. - *Proprietà ottiche* . . . . . Pag. 110

Corpi opachi, trasparenti, pellucidi, luminosi, illuminati - Unità luminose - Intensità - Luci complementari - Le applicazioni - Riflessione - Gli specchi - Rifrazione - Indice di rifrazione - Refrattometri - Polarizzazione - Polarimetri - Dispersione e spettri luminosi - Diffusione - Analisi fotometrica - Luce ultra violetta - Lampada a mercurio.

3. - *Proprietà elettriche, magnetiche, elettro-magnetiche radioattive* . . . . . » 120

Corpi conduttori e coibenti - Unità elettriche - Resistenze specifiche di alcuni materiali - Le proprietà dell'alluminio confrontate con quelle del rame - Isolanti e isolatori - Fenomeni elettrolitici - Le applicazioni del magnetismo ed elettro-magnetismo - Radioattività - Costituzione elettronica degli elementi - Unità radioattive.

V. - **Le proprietà chimiche.**

1. - *Le reazioni e le trasformazioni* . . . . . » 131

Materia ed energia - Elementi - Pesi atomici - Simboli, formule, equazioni chimiche - reazioni endo ed esotermiche - Gli equilibri chimici - Reazione acida, basica, neutra - Salificazione - Concetto di valenza - Costituzione elettronica - Tavola numerale atomica - L'equivalente chimico - Soluzioni normali - Acidimetria - Alcalimetria.

2. - *L'azione dell'acqua* . . . . . » 143

Acqua di imbibizione - Igroscopica - Di cristallizzazione - Prodotti cristallizzati ed anidri - Acqua di costituzione - Formazione degli acidi e delle basi - L'acqua nella trasformazione dei composti organici - e nella creazione delle funzioni chimiche - Fenomeni di riduzione e di ossidazione.

3. - *Le proprietà naturali* . . . . . Pag. 153

Le scienze naturali e lo studio dei prodotti merceologici - Sistematica - Morfologia - Istologia - Cristallografia - Petrografia - Geografia vegetale, animale, minerale - L'indaco come esempio di prodotto naturale - Confronti con l'indaco sintetico - Le varietà commerciali - Scienza e Merceologia.

PARTE SECONDA

CONCETTO MERCEOLOGICO DELL'ENERGIA

VI. - Produzione, trasformazione, consumo dell'energia.

1. - *L'energon* . . . . . » 161

Processi sintetici e fattore energetico - merce-massa e merce-energia - Il quantum di energia è problema economico - Ciclo energetico del lavoro utile e dispersivo - Somma algebrica delle energie di produzione - Confronto con l'energia teorica di formazione - I fattori che influiscono sull'energon - Entità merceologiche naturali, estrattive, sintetiche - Analisi economica energetica - Entropia economica - Importanza economica energetica della catalisi.

2. - *L'energia come sorgente di lavoro* . . . . . » 177

La necessità dell'energia e delle sue varie forme - Equivalenza - Coefficienti di trasformazione - Fattore di tensione e di quantità - Lavoro, potenza, rendimento - Energie naturali - Necessità di utilizzarle - Esempio di Larderello - Confronto fra le diverse unità di misura - Energia elettrica - Il prezzo dell'energia - Energia termodinamica - Il fattore economico di rendimento - Energia chimica - Potenziale chimico - Effetto chimico molecolare - Catalisi e catalizzatori.

3. - *Alcuni problemi merceologici dell'energia* . . . » 195

L'idrogeno e l'azoto quali materie prime delle grandi industrie sintetiche - Confronti fra i diversi metodi di preparazione - L'azoto quale

problema economico nazionale - Conferenza internazionale dell'azoto - I prodotti azotati sintetici - Acido nitrico - Ammoniaca - Solfato ammonico e calciocianammide - L'azoto di pace e l'azoto di guerra - L'acido solforico quale esempio di diminuzione progressiva del valore di  $n$  - Riepilogo.

## VII. - Appendice.

1. - *Circolazione delle merci* . . . . . Pag. 213

Le proprietà sono condizioni di offerta e di accettazione - Contrattazione su campione - Su titolo - Su resa - I capitolati - I laboratori analitici di controllo - Le vie di comunicazione - Le tare - La dogana - I laboratori delle gabelle - La Sanità pubblica.

2. - *Alterazioni e falsificazioni* . . . . . » 219

Magazzinaggio - Prodotti freschi e prodotti conservati - I metodi di conservazione - Mezzi chimici e mezzi fisici - Industria del freddo - Proprietà conferite - Sofisticazioni - Le analisi e i giudizi analitici - Denaturazione e suo scopo - Surrogati e succedanei - Le frodi e le contraffazioni - Contraffazione industriale e contraffazione commerciale.

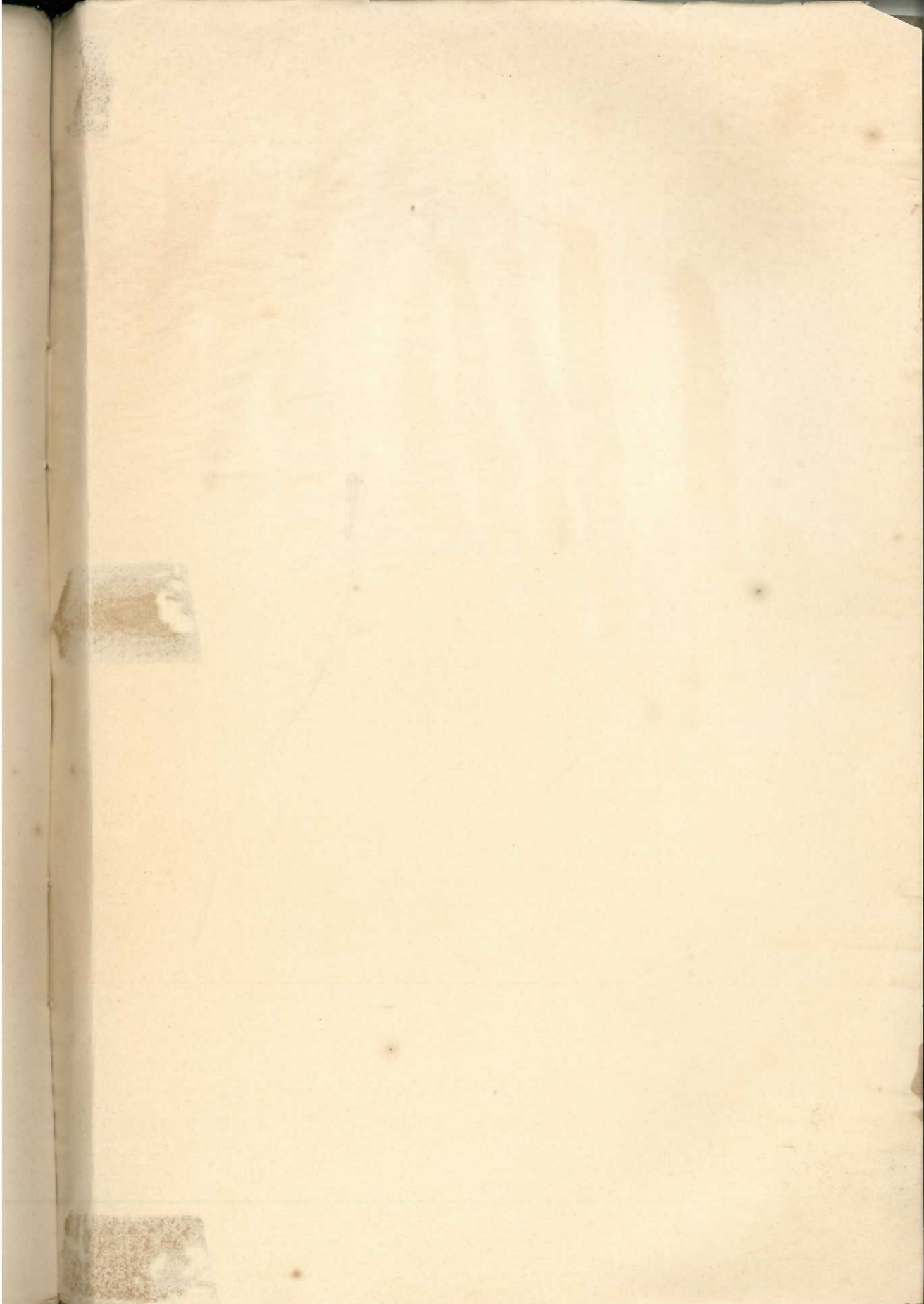
---

## INDICE DELLE TABELLE

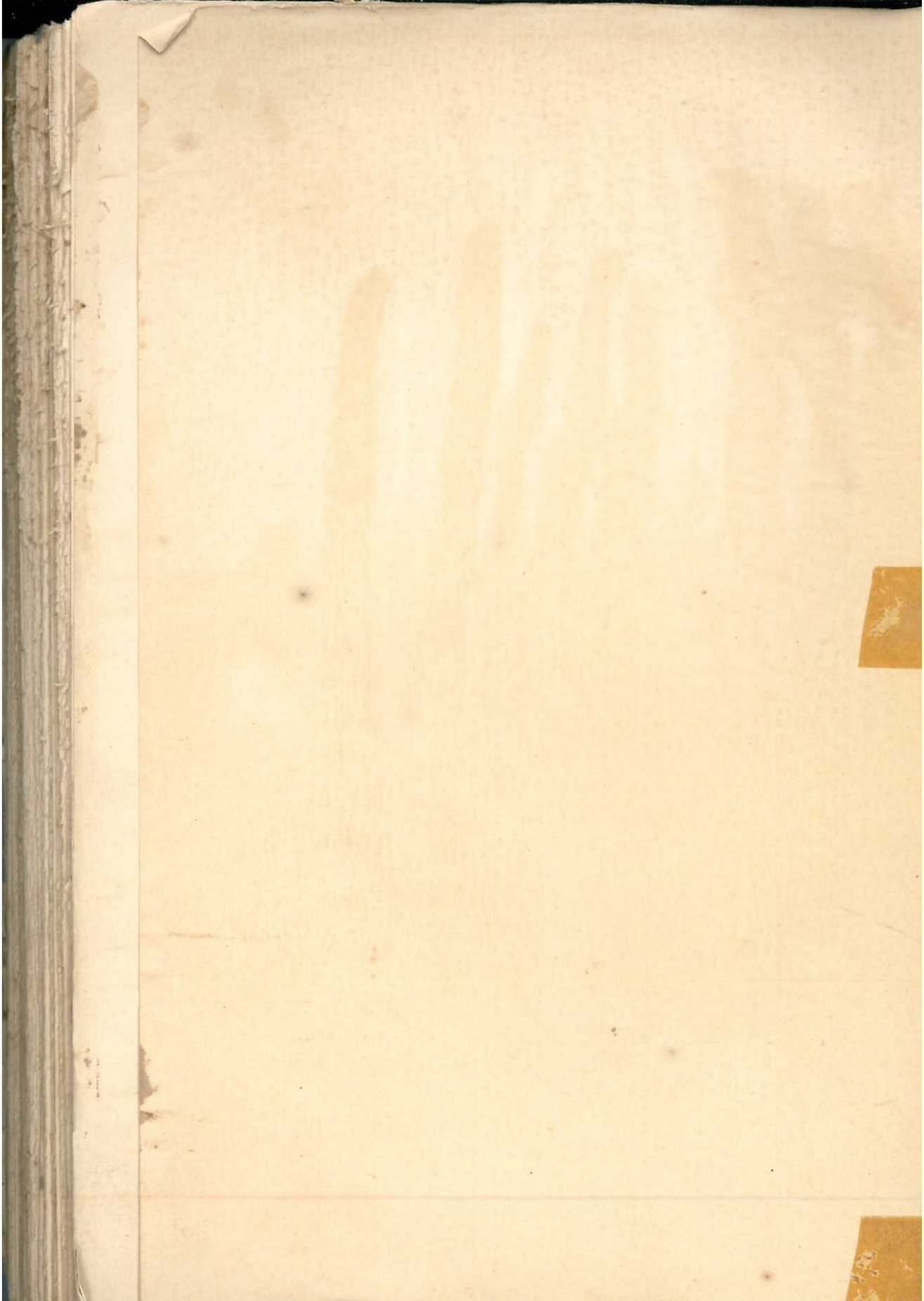
	Pag.
1. - Esempio di processo tecnologico . . . . .	18
2. - Classificazione delle merci . . . . .	» 21
3. - Costituzione delle leghe di acciaio per gas compressi . . . . .	» 33
4. - Rapporti fra le scale aerometriche Baumè, Cartier, Beck, Brix, Bolling, Gay-Lussac, Twaddle. . . . .	» 43
5. - Resistenza, elasticità e limiti di elasticità di alcuni legni . . . . .	» 49
6. - Scala delle durezza Mohs e Breithaut . . . . .	» 50
7. - Diagramma dello sforzo alla trazione . . . . .	» 53
8. - Resistenza, durezza Brinell; allungamento, resilienza di alcuni acciai . . . . .	» 54
9. - Coefficienti di resistenza dei materiali . . . . .	» 56
10. - Graduazione degli stacci secondo il numero delle maglie per cmq. . . . .	» 57
11. - Le zone delle frequenze elettromagnetiche . . . . .	» 65
12. - Colori artificiali permessi per le sostanze alimentari . . . . .	» 69
13. - Limiti di percettività olfattive di alcuni aromi . . . . .	» 73
14. - Riferimenti delle temperature da - 272° a + 5700° . . . . .	» 80
15. - Misure dei « formati » per la carta . . . . .	» 82-83
16. - Calorici specifici . . . . .	» 89
17. - Conducibilità termiche . . . . .	» 91-92
18. - Coefficienti di dilatazione . . . . .	» 94
19. - Limiti minimi e massimi delle pressioni . . . . .	» 98
20. - Punti critici . . . . .	» 102
21. - Punti di ebollizione di sostanze diverse . . . . .	» 104
22. - Punti di fusione di sostanze diverse. . . . .	» 106
23. - Punti di fusione delle leghe . . . . .	» 106
24. - Punti di fusione dei grassi . . . . .	» 107
25. - Curve di solubilità . . . . .	» 109
26. - Unità di misura luminose . . . . .	» 111
27. - Colori semplici e colori complementari . . . . .	» 112
28. - Indici di rifrazione . . . . .	» 116
29. - Resistenze elettriche specifiche di alcuni metalli . . . . .	» 121
30. - Resistenze elettriche specifiche di alcune leghe . . . . .	» 121
31. - Proprietà differenziali dell'alluminio e del rame . . . . .	» 123
32. - Tensione di scarica e spessore di alcuni isolanti . . . . .	» 124
33. - Rappresentazione grafica dell'atomo e del ione alluminio e zolfo . . . . .	» 128

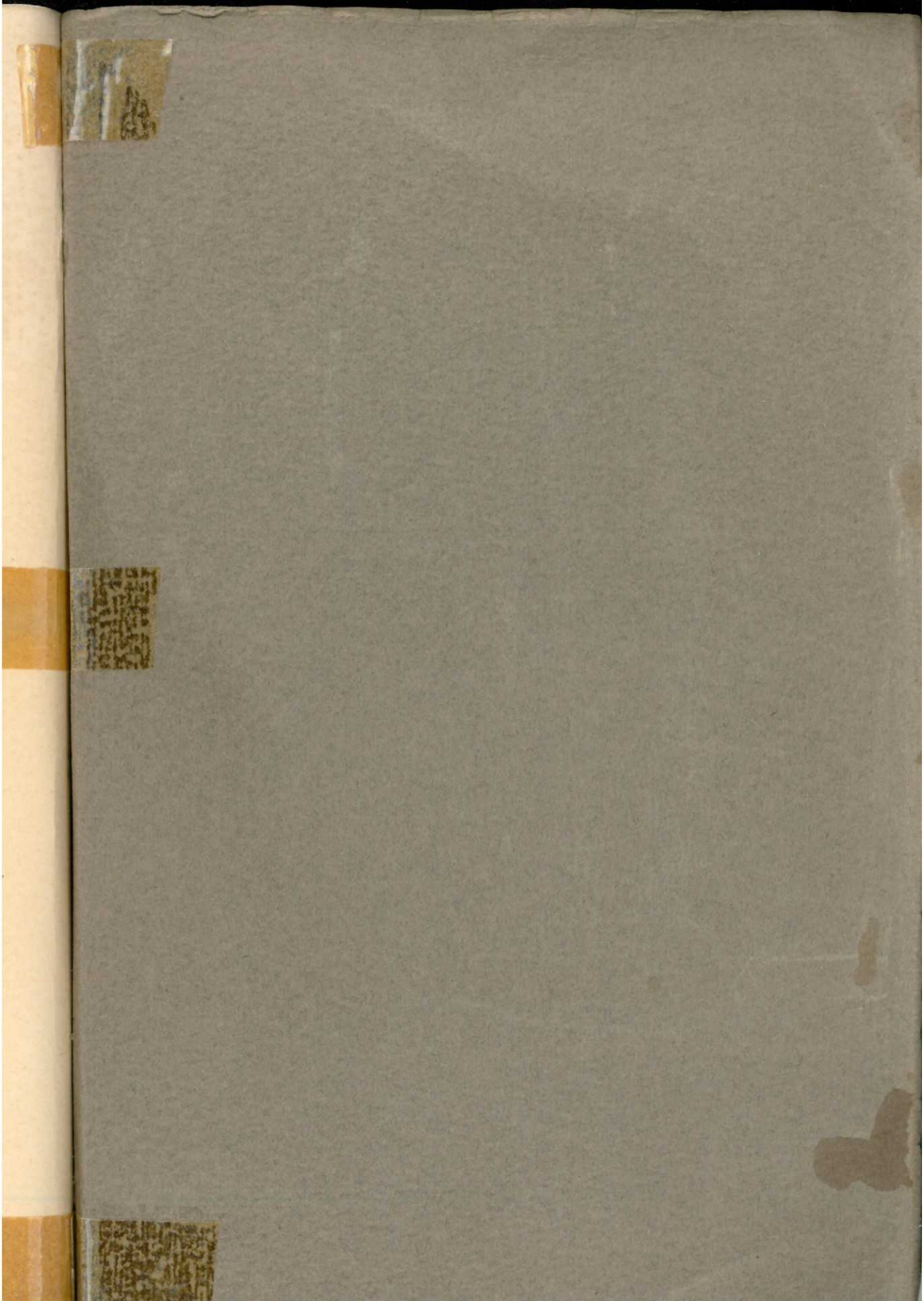
34. - Unità di misura radioattive . . . . .	Pag. 129
35. - Elementi simboli e pesi atomici . . . . .	» 133
36. - Tavola degli elementi secondo il numero atomico . . . . .	140-141
37. - Numero e grado di acidità di alcune sostanze alimentari . . . . .	» 141
38. - Limiti tollerati di umidità per i combustibili . . . . .	» 146
39. - Limiti tollerati di umidità per alcune sostanze alimentari . . . . .	» 146
40. - Limiti tollerati di umidità per prodotti vari . . . . .	» 147
41. - Varietà d'indaco naturale . . . . .	» 153
42. - Analisi energetica tecnologica . . . . .	» 166
43. - Unità di misura del lavoro . . . . .	» 182
44. - Costo medio delle diverse specie di calorie . . . . .	» 191
45. - Produzione e consumo del solfato ammonico . . . . .	» 202
46. - Produzione e consumo della calciocianammide . . . . .	» 202
47. - Pressione e percentuale di rendimento in ammoniaca . . . . .	» 207
48. - Sommario-Indice . . . . .	» 227











PREZZO L. 35

## L'AUTORE

**Roberto Salvadori** (Mantova 1873- Firenze 1940), chimico e merceologo, si laurea a Padova nel 1896. Nel 1902, dopo un'esperienza come professore di chimica nel Regio Istituto Tecnico di Sassari, si trasferisce a Firenze per insegnare al Regio Istituto Tecnico Galilei. È stato professore del Regio Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze (poi diventato Facoltà di Economia e Commercio). È autore di pubblicazioni scientifiche e di numerosi testi per la didattica universitaria e per gli Istituti Tecnici.

## POSTFAZIONE

*All'interno dell'attuale comunità scientifica dei merceologi italiani non è frequente sentire parlare di Roberto Salvadori. La maggior parte dei suoi testi sono ormai praticamente introvabili e la sua scomparsa poco prima del secondo conflitto mondiale non ha contribuito a mantenere viva la memoria sui suoi lavori e sulla sua vivace attività scientifica e didattica. Eppure tra i concetti che, come precursore, Salvadori teorizzava più di ottant'anni fa c'è anche l'idea della quantificazione dell'energia associata ad un processo produttivo per la realizzazione di una merce, che oggi, in forma attualizzata, è alla base di modalità di analisi dei processi produttivi di larga diffusione: dalla valutazione del costo energetico delle merci a quella del ciclo di vita, dalle analisi dei fabbisogni ai bilanci ambientali e di sostenibilità. È per questo motivo che con la ristampa in formato digitale del libro "Merceologia Generale" di Roberto Salvadori non solo si intende rendere un doveroso omaggio ad uno studioso "dimenticato" dell'Università di Firenze ma si vuole anche ribadire, ristabilendo un ideale ponte con il passato, quanto gli argomenti studiati dalle Scienze Merceologiche siano utili, oggi come ieri, non solo in ambito accademico ma anche per i decisori politici, le comunità locali, il mondo produttivo e del lavoro, la società in generale.*

*Sfogliando questo libro considerato "perduto", pagina dopo pagina, quell'iniziale curiosità storica per un testo degli anni Trenta del secolo scorso, lascia spazio alla piacevole constatazione che i temi trattati sono di una sostanziale attualità. Ma quello che ulteriormente si può apprezzare è che la capacità didattica e divulgativa di Salvadori traspare lungo tutto volume. Le sue esperienze di docenza in Istituti Tecnici e a livello universitario gli hanno fatto sviluppare una modalità didattica che contestualizza sempre una merce da un punto di vista storico e territoriale raccontando al contempo l'evoluzione tecnologica del processo produttivo e l'andamento dei relativi scambi. L'abbandono dell'astrattezza teorica in favore di una puntuale e stimolante descrizione di casi pratici permette di*

*attrarre l'attenzione dei giovani anche sui temi più complessi. Inoltre, non incidendo sulle nozioni, il libro appare ancora oggi, come già affermato, attuale per la rilevanza degli argomenti affrontati, contribuendo in maniera decisa nel fornire gli elementi essenziali per l'acquisizione della "mentalità" da merceologo. Il richiamo di Salvadori a volere col suo testo svegliare le idee e stimolare i giovani a più conoscere deve essere di stimolo anche a chi attualmente insegna la merceologia. Ragionare da merceologo deve significare infatti, più ancora che una puntuale conoscenza delle seppure necessarie specifiche nozioni (caratteristiche intrinseche ed estrinseche) dei diversi processi produttivi e delle merci, acquisire quella capacità di dialogare in maniera proficua sia all'interno del mondo accademico che in quello lavorativo con persone di differenti estrazioni culturali e con altre competenze, contribuendo ad elevare la discussione sul piano tecnico-scientifico ma anche gestionale-operativo, grazie ad una capacità di visione delle questioni e delle problematiche integrata e di insieme. Per tornare a quella raffigurazione della vetrata colorata che Salvadori cita nell'introduzione del libro, il merceologo deve essere in grado di apprezzare quel quadro di insieme favorendo e contribuendo egli stesso all'armonia di collegamento.*

*Salvadori contribuisce nel suo libro ad allargare la visione e il raggio di azione della merceologia che fino a quel periodo si limitava prevalentemente a fare delle merci una serie di classificazioni funzionali alla valorizzazione economica dei beni scambiati. Accanto alla questione economica, Salvadori inizia a porre l'accento anche sul fattore energetico, e di conseguenza ambientale, introducendo il concetto di Energon ovvero la somma algebrica delle energie da aggiungere a qualsiasi materia prima per creare una nuova entità merceologica. Conseguentemente il valore commerciale energetico di una merce è determinato sia dalla natura della sua materia prima che dalle condizioni tecnologiche della sua trasformazione. L'attuale direzione dello studio delle merci, avendo ormai già come acquisito questi concetti, estende da qualche anno ulteriormente gli aspetti da tenere presenti nella determinazione del valore di una merce: non è più sufficiente focalizzarsi*

*esclusivamente sulla qualità, la sicurezza o costo delle materie prime, ma anche sugli impatti sociali associati a quella specifica produzione, oltre a quelli ecologici, lungo tutte le fasi della catena di produzione e di fornitura, valutando infine le ricadute a livello territoriale associate allo sviluppo locale. C'è dunque una necessità emergente verso delle figure professionali capaci di progettare e implementare, in una logica interdisciplinare, azioni adeguate per la sostenibilità economica, sociale e ambientale dei processi produttivi e delle catene del valore. Volendo dunque ripartire dalla definizione di “merceologia” che Salvadori fornisce nel libro, possiamo attualizzarla in questo modo: “tutto ciò che considera i fattori economici creati e determinati dall’origine e natura della merce in relazione alle condizioni tecniche, ambientali e sociali di trasformazione e alle proprietà richieste dal mercato per la circolazione del prodotto che è oggetto di scambio”. Il libro di Salvadori, a distanza di ottant'anni, ci offre quegli spunti utili ad assumere una mentalità da merceologo che, aggiornata alle moderne esigenze in materia di processi e merci, può contribuire efficacemente alla comprensione dei problemi ed alla formulazione e sperimentazione di soluzioni sostenibili ed efficaci.*

*Leonardo Borsacchi, dottore di ricerca in Scienze Merceologiche*

*Novembre 2016*

ISBN: 978-88-95755-67-0