



MINISTERO DELL'INTERNO
DIREZIONE GENERALE DEI SERVIZI ANTINCENDI

CORSO DI ISTRUZIONE PER VIGILI DEL FUOCO

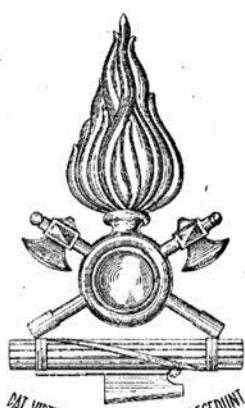
PARTE I
CULTURA GENERALE
E TECNICA

Anno 1942-XX

LEZIONI SVOLTE AL II CORSO ALLIEVIISTRUTTORI IN BORGO A BUGGIANO, RACCOLTE A CURA
DEL COMANDANTE DELLE SCUOLE CENTRALI ING. FORTUNATO CINI E DEL DIRETTORE DEL CORSO
ING. PIETRO PAGANONI.



Elaborazione di Jionathan Big Bear - Orsi Mauro 2018



DAT VIRTUS LOCUM FLAMMÆQUE RECEDUNT



MINISTERO DELL'INTERNO
DIREZIONE GENERALE DEI SERVIZI ANTINCENDI

CORSO DI ISTRUZIONE PER VIGILI DEL FUOCO

PARTE I

CULTURA GENERALE E TECNICA

Anno 1942-XX

LEZIONI SVOLTE AL II CORSO ALLIEVI ISTRUTTORI IN BORGO A BUGGIANO, RACCOLTE A CURA
DEL COMANDANTE DELLE SCUOLE CENTRALI ING. FORTUNATO CINI E DEL DIRETTORE DEL CORSO
ING. PIETRO PAGANONI.

PARTE PRIMA

PAGINE N. XIV - 340 - ILLUSTRAZIONI N. 140 - DIAGRAMMI IV

STAMPATO IN FIRENZE NELL'ANNO 1942-XX PRESSO LA STAMPERIA F.LLI PARENTI

PRESENTAZIONE

L'idea di raccogliere, nei quattro volumi che si presentano, gli argomenti svolti durante il Corso per Allievi Istruttori, tenutosi nell'anno XIX° a Borgo a Buggiano, è nata con lo scopo di mettere a disposizione dei Sottufficiali e dei Vigili del Fuoco del rinnovato Corpo Nazionale un complesso di nozioni che consenta loro di seguire con facilità e con profitto i Corsi che in avvenire si svolgeranno presso le Scuole Centrali Antincendi di recente istituzione.

La pubblicazione è stata tenuta dai compilatori in quelle proporzioni di ampiezza e di profondità che si ritengono necessarie a tutti i Vigili per lo svolgimento della loro attività professionale, nonchè per dar loro l'indispensabile base culturale per il raggiungimento dei gradi di Sottufficiale.

Inoltre la parte riguardante la pratica antincendi potrà servire ai Sottufficiali come guida di costante consultazione nell'opera di istruzione che essi devono giornalmente impartire.

Il Corso si compone di quattro parti:

- I. - Cultura Generale e Tecnica;*
- II. - Cultura Professionale;*
- III. - Manovre Antincendi;*
- IV. - Addestramento Militare.*

I capitoli di cultura generale della I^a parte giovano ad integrare la cultura fondamentale del Vigile ed a fornirgli, unitamente ai capitoli di cultura tecnica, la preparazione necessaria per le nozioni di carattere professionale.

Questa pubblicazione rappresenta un primo tentativo che, con i suggerimenti offerti dall'insegnamento pratico presso le Scuole Centrali, potrà trovare delle modificazioni e dei perfezionamenti, per meglio adattarsi agli scopi che le Scuole stesse intendono perseguire.

INDICE DELLE MATERIE

CULTURA GENERALE

	Pag.
CAP. I. - Nozioni di lingua italiana <i>(Dott. Ing. Pietro Paganoni)</i>	1
Letteratura italiana - Origine della letteratura italiana, 1 - Il Trecento: Dante, Petrarca, Boccaccio, 2 - Il Quattrocento e l'Umanesimo, 3 - Il Rinascimento: Nicolò Macchiavelli, Ludovico Ariosto, Torquato Tasso, 4 - Il Seicento e il Settecento, 5 - L'Ottocento, 6 - Elementi di grammatica - L'alfabeto e la parola, 8 - Le sillabe e l'accento, 9 - Segni di interpunzione, 9 - Parti del discorso, 10 - Cenni di sintassi , 15 - La proposizione, 15 - Il periodo, 16.	
CAP. II. - Storia d'Italia <i>(Dott. Guido Contrada)</i>	17
Premessa, 17 - Evo Antico - Storia romana, 17 - Il Cristianesimo, 21 - Medioevo , 21 - I Comuni, 22 - Evo Moderno - Le scoperte e le invenzioni, 24 - L'Italia al principio dell'epoca moderna, 25 - La disfida di Barletta, 26 - Le guerre tra Francesco I e Carlo V, 27 - Brevi notizie sul Piemonte, 28 - Alcuni cenni sulla Repubblica di Venezia, 28 - Brevi cenni su Napoli e Palermo, 29 - Guerre per la successione di Spagna, di Polonia e d'Austria, 29 - La Rivoluzione Francese, 30 - Napoleone Bonaparte, 31 - Gioacchino Murat, 34 - Il Congresso di Vienna, 34 - Il Risorgimento - Le società segrete, 35 - I primi moti rivoluzionari, 36 - Le guerre d'indipendenza, 38 - Il Regno d'Italia, 39.	
CAP. III. - Nozioni di Geografia <i>(Dott. Ing. Pietro Paganoni)</i>	41
Premessa e definizioni, 41 - La Terra e l'Universo, 42 - Sistema planetario solare, 43 - La Luna, 45 - Forma e movimenti della Terra, 45 - Clima e temperatura, 46 - Flora e fauna, 47 - Popolazione, razze e religioni, 48 - Configurazione della Terra , 49 - Isole e penisole, 49 - Orografia, 49 - Idrografia, 50 - Italia e Colonie - Generalità e clima, 51 - Mari, laghi e fiumi, 54 - Isole, 55 - Alpi ed Appennini, 55 - Province e Regioni d'Italia, 56 - Regno d'Albania, 60 - Colonie e possedimenti, 60 - Condizioni economiche dell'Italia, 60.	

Pag.

CAP. IX. - Nozioni principali di magnetismo e di elettricità . . . 193
(Dott. Ing. Luigi Donatelli)

Cenni sul magnetismo 193 - **Elettricità** - Generalità, 194 - Corrente elettrica, 196 - Circuito elettrico, 197 - Generatori di corrente elettrica, 198 - Effetti della corrente elettrica, 199 - Induzione elettromagnetica, 203 - Dinamo ed alternatori, 204 - Motori elettrici, 206 - Trasformatori elettrici, 206 - Scintille e scariche elettriche, 207 - Onde herziane - Telegrafia e telefonia senza fili, 208

CAP. X - Nozioni elementari di chimica 211
(Geometra Giuseppe Papini)

Introduzione, 211 - Generalità, 211 - Reazioni chimiche, 212 - Struttura della materia - Molecole ed atomi, 213 - Notazioni chimiche - Simboli e formule, 214 - Leggi della chimica, 214 - Metalli e metalloidi - Ossidi e anidridi - Acidi, basi e sali, 216 - Stato fisico dei corpi, 217 - **Metalloidi ed alcuni composti di essi** - Aria atmosferica 218 - L'ossigeno e le combustioni, 219 - Ozono (O_3), 221 - Azoto (N) - Ammoniaca e acido nitrico, 221 **Il carbonio ed i suoi composti principali** - Carbonio (C), 222 - Ossido di carbonio ed anidride carbonica, 224 - Acetilene e gas illuminante, 226 - Cianuri - Acido cianidrico e solfuro di carbonio - Celluloide - Carbone vegetale, 227 - **Acqua - Idrogeno - Zolfo - Acido solforico - Cloro e Acido cloridrico - Fosgene - Fosforo** - Acqua, 228 - Idrogeno (H), 229 - Zolfo: acidi solfidrico e solforico 230 - Cloro ed acido cloridrico, 231 - Fosforo (P), 231 - Silicio (Si) 232 - **Metalli - Loro classificazione - Cenno su alcuni di essi**, 232 - Metalli leggeri: Sodio (Na), 233 - Potassio (K), 233 - Calcio (Ca), 233 - Magnesio (Mg), 234 - Alluminio (Al), 234 - Metalli pesanti: Ferro (Fe), 235 - Rame (Cu), 235 - Zinco (Zn), 236 - Piombo (Pb) 236 - Stagno, 237 - Mercurio (Hg) ed altri metalli, 237 - Fenomeni di autocombustione - fermentazione, 238 - Tabella dei pesi atomici degli elementi, 239.

CAP. XI. - Motori e relative applicazioni 241
(Dott. Ing. Pietro Paganoni)

Premessa, 241 - Definizione e classificazione, 242 - **Motori a scoppio**, 242 Motori a ciclo Diesel, 246 - Motori a gas, 247 - Applicazioni dei motori a scoppio, 247 - **Motori elettrici**, 248 - Applicazione dei motori elettrici, 250 **Motori idraulici**, 251 - **Motori a vapore**, 252 - Turbine a vapore, 255.

CAP. XII. - Edilizia e materiali da costruzioni 257
(Dott. Ing. Pietro Paganoni)

Pietre naturali, 257 - Pietre e composti artificiali, 259 - Materiali agglomeranti, 260 - Materiali diversi, 262 - **Sollecitazioni esterne e resistenza dei corpi**, 263 - **Nozioni di edilizia**, 266 - Fondazioni, 267 - Ossatura degli edifici, 269 - Archi e volte, 269 - Solai, 270 - Tetti 272 - Scale, 274.

CAP. XIII. - Statica e dinamica dei fluidi 275
(Dott. Ing. Pietro Paganoni)

Definizioni, 275 - Premessa sullo stato fisico dei corpi, 275 - Compressibilità dei corpi in genere e dei fluidi in particolare, 276 - Orizzontalità del livello

CAP. IV. - Elementi di Topografia	Pag. 63
	<i>(Geometra Giuseppe Papini)</i>

Premessa, 63 - Preparazione delle carte geografiche e topografiche, 63 - Rappresentazione del terreno, 64 - Segni convenzionali, 66 - Suddivisione delle carte, 67 - Consultazione delle carte, 68 - Importanza ed utilizzazione delle carte per il servizio antincendi, 69.

CAP. V. - Nozioni di Storia Naturale	73
	<i>(Geometra Giuseppe Papini)</i>

I corpi naturali e la loro origine, 73 - **Regno animale** - Suddivisione degli animali, 74 - Gli organi vitali, 76 - **Regno vegetale** - Classificazione dei vegetali, 82 - Varie parti delle piante, 83 - Respirazione delle piante, 85.

CAP. VI. - Elementi di Aritmetica e di Geometria	89
	<i>(Dott. Ing. Luigi Donatelli)</i>

Aritmetica, 89 - Operazioni fondamentali sui numeri, 89 - Frazioni, 93 - Esercizi di aritmetica, 95 - **Geometria** - Figure piane, 97 - Volumi o solidi, 101 - Esercizi di geometria, 103 - **Unità di misura**, 104.

CULTURA TECNICA

CAP. VII. - Elementi di meccanica dei solidi	113
	<i>(Dott. Ing. Fortunato Cini)</i>

Premessa, 113 - **Cinematica** - Generalità, 114 - Moto uniforme, 115 - Moto vario, 116 - Moto uniformemente vario, 117 - Moto periodico, 119 - Moto di un corpo rigido, 121 - Misuratori di velocità, 123 - **Statica** - Forza e i suoi elementi, 124 - Composizione e scomposizione delle forze, 126 - Coppia di forze, 131 - Equilibrio di un corpo girevole attorno ad un asse, 132 - La forza di gravità, 135 - **Equilibrio delle forze nelle macchine semplici**, 136 - La leva, 137 - Il piano inclinato, 139 - Puleggia, 141 - Verticello, 143 - Cuneo, 143 - Vite 144 - **Dinamica** - Definizione e scopi della dinamica, 146 - Leggi fondamentali della dinamica, 146 - Forza centrifuga e reazione centrifuga, 157 - Pendolo semplice, 158 - Pendolo composto, 161 - **Resistenze passive**, 161 - L'attrito, 161 - **Lavoro e inerzia** - Lavoro e sua misura, 164 - Lavoro motore e lavoro resistente, 166 - Energia, 173 - Conservazione dell'energia, 174 - Potenza, 175 - **Le unità di misura**, 176.

CAP. VIII. - Calore e temperatura	181
	<i>(Geometra Giuseppe Papini)</i>

Effetti del calore sui corpi, 181 - Misurazione dello stato termico e temperatura dei corpi, 182 - Dilatazione termica dei corpi, 184 - Quantità di calore, 185 - Cambiamento di stato dei corpi, 187 - Equivalente meccanico della calorla e cenni sulla termodinamica, 189 - Sorgenti di calore, 190.

dei liquidi; Vasi comunicanti, 277 - Livello delle sostanze aeriformi, 278 - Principio di Pascal, 279 - Pressione interna dei liquidi, 280 - Principio di Archimede, 282 - Galleggiamento dei corpi, 283 - Pressione dei gas - Pressione atmosferica, 284 - Misurazione della pressione - Manometri e barometri, 286 - Pressione e velocità dei liquidi e dei gas - Concetto di carico, 288 - Perdite di carico, 295 - Diagrammi e tabella, 298.

CAP. XIV. - Pompe idrauliche 305

(Dott. Ing. Pietro Paganoni)

Definizione e schema fondamentale, 305 - **Pompe a stantuffo** - Pompe a stantuffo prementi a semplice effetto, 306 - Pompe a stantuffo prementi a doppio effetto, 307 - Pompe a stantuffo aspiranti e prementi, 309 - Considerazioni sul fenomeno dell'aspirazione, 310 - Camera d'aria, 312 - **pomPe centrifughe**, 314 - Pompe centrifughe ad alta pressione, 317 - Pompe centrifughe in serie e parallelo, 318 - Adescamento delle pompe centrifughe, 319 - **Altri tipi di pompa.** 322 - Pregi e difetti delle pompe centrifughe ed a stantuffo, 324 - **Pompe per il servizio antincendi;** 326 - Pompe a mano, 326 - Pompe a vapore, 326 - Pompa a stantuffi radiali (Brevetto De Manresa), 327 - Pompa a stantuffi orizzontali (Brevetto Drouville), 328 - Pompa centrifuga (Brevetto Tamini), 329 - Pompa autoadescante, 331 - Pompe a schiuma ed idrico-schiumogene, 333 - Curve caratteristiche delle pompe, 335.

CULTURA
GENERALE

I.

NOZIONI DI LINGUA ITALIANA

LETTERATURA ITALIANA

ORIGINE DELLA LETTERATURA ITALIANA

Mirabile è stata attraverso ai secoli la fioritura delle Arti e delle Lettere in Italia. Lo studio della nostra letteratura riempie di giusto orgoglio gli italiani, che ben sanno come insuperata e insuperabile essa sia, e nel cui cuore risuonano i nomi gloriosi dei genii, che colla loro opera l'hanno arricchita ed onorata.

Dopo la caduta dell'Impero Romano, che avvenne nell'anno 476 d. C., si formarono tra i popoli già ad esso soggetti delle differenze linguistiche, che dettero origine alle numerose lingue derivate dal latino o neolatine, vale a dire: l'italiana, la provenzale, la francese, la spagnola, la portoghese, la rumena e la ladina. La lingua italiana nacque dai dialetti italici, tra i quali prevalse il fiorentino, per diversi motivi, e principalmente per l'eccellenza degli scrittori: Dante Alighieri, Petrarca e Boccaccio, che lo usarono nelle loro opere, donando alla poesia ed alla prosa della nuova lingua un volto definito ed una concreta maturità.

La poesia italiana, liberatasi dalla fredda e manierata imitazione delle consorelle provenzale e francese, inizia il suo cammino nel 200 con la scuola « del dolce stil novo », propugnata da Guido Guinizelli e perfezionata da Dante Alighieri. Della nuova poesia — la quale si basa sulla sincerità dei sentimenti espressi, in contrasto alla fredda insincerità poetica derivata dall'imitazione straniera — dettò le regole il Sommo Poeta con i notissimi versi: « I' mi son un, che quando Amor mi spira, noto, e a quel modo ch'e' ditta dentro, vo significando ».

Anche la nuova prosa italiana, dopo un periodo di lento

sviluppo, fu portata da Dante Alighieri e dal Boccaccio ad un alto grado di perfezione.

IL TRECENTO — DANTE, PETRARCA, BOCCACCIO

Giganteggia nel Trecento la figura del sommo poeta: DANTE ALIGHIERI. Egli può ben dirsi il padre della letteratura italiana. Nato a Firenze nel 1265, trascorse la sua giovinezza in mezzo alle continue lotte politiche fra i due partiti: guelfo e ghibellino; esiliato a vita nel 1302, chiuse le sue tormentose peregrinazioni nel 1321 a Ravenna, dove riposano le sue ossa. L'opera principale di Dante è la « Commedia », detta, ben a ragione, fin dal Cinquecento, « Divina ».

In essa il poeta immagina di aver fatto un viaggio, durato sette giorni, attraverso i tre regni dell'Oltretomba, guidato da Virgilio per l'Inferno ed il Purgatorio e da Beatrice per il Paradiso ed attraverso i Cieli. Nella Divina Commedia è tutto il dramma e la storia della vita umana; in essa ritroviamo noi stessi, i nostri vizi e le nostre virtù, le gioie e le amarezze della vita; la nostra coscienza si conferma nella persuasione di un compenso positivo e negativo delle nostre azioni, e infine lo spirito scopre nel poema inesauste fonti di bellezza e di nobiltà. Dante è per gli Italiani un simbolo: superati e precorsi i suoi tempi, egli è il propugnatore e il sostenitore dei nostri diritti, di quel senso di giustizia, e di quella fede cristiana, da cui traggono, ora più che mai, origine i nostri sentimenti e le nostre speranze.

Altre opere sue di grande importanza sono: il « Convivio » e la « Vita Nuova », squisito e delicato romanzo in cui Dante descrive il suo amore per Beatrice; egli scrisse anche altre opere minori in lingua latina.

FRANCESCO PETRARCA nacque ad Arezzo nel 1304 e chiuse la sua vita nel 1374 ad Arquà. La sua opera poetica di maggior valore è il « Canzoniere »: raccolta di rime che si riferiscono all'amore del Poeta, nato nella sua giovinezza e durato tutta la vita, per Laura, viva e morta; esso è perciò diviso in due parti: in vita e in morte di Madonna. Egli scrisse inoltre « I Trionfi », altra opera poetica a carattere allegorico, piuttosto fredda e declamatoria.

Il Petrarca non si può del tutto considerare come appartenente all'ascetico e rigido Medioevo, perchè le sue intime lotte fra la Fede e gli stimoli del piacere, nonchè la sua appassionata ammirazione per i classici e la romanità, ne fanno un precursore dell'Umanesimo.

GIOVANNI BOCCACCIO nacque nel 1313 a Parigi e morì a Certaldo nel 1375. Scrisse diverse opere, anche in latino, ma fra tutta la sua produzione letteraria emerge il « Decamerone », in cui il Poeta immagina che dieci giovani: sette donne e tre uomini, riunitisi per fuggire la peste in una villa sopra Fiesole (Firenze), si raccontino a turno, con lo scopo di ingannare il tempo, una novella ogni giorno. Il « Decamerone », con uno stile perfetto e brillante, esprime in modo esauriente lo stato d'animo e la psicologia del Boccaccio, con il quale tramonta l'epoca letteraria medioevale. Spregiudicato e sincero, egli, pur irridendo con scetticismo e con finezza a taluni principi della morale, appare come l'alfiere dei tempi nuovi, in cui si determinerà il nascere e il trionfo della scienza.

IL QUATTROCENTO E L'UMANESIMO

Nel Quattrocento ebbe inizio e mirabile sviluppo lo studio delle opere classiche e l'attaccamento alla lingua latina, tanto che la nuova lingua italiana, detta « volgare italico », cadde in dispregio e ne fu lasciato l'uso al popolo. Questa nuova tendenza artistica prese il nome di Umanesimo. Studiosi infaticabili si dedicarono con ardore alla ricerca, allo studio e al commento di una quantità di opere greche e latine che, senza le ricerche degli Umanisti, sarebbero probabilmente rimaste ignorate.

Se, dal punto di vista artistico, giova ricordare che l'imitazione dei classici andò a detrimento della spontaneità creatrice, d'altra parte è evidente che moltissimo giovò ai nostri scrittori, nei riguardi del gusto e dello stile, lo studio assiduo dei capolavori dell'arte antica.

L'Umanesimo è, si può dire, un periodo di transizione, durante il quale maturarono quei semi, che produssero poi nel Rinascimento la più splendida fioritura di opere che nessuna epoca possa mai vantare.

**IL RINASCIMENTO — NICOLÒ MACCHIAVELLI, LUDOVICO ARIOSTO,
TORQUATO TASSO**

Il Rinascimento è il periodo d'oro della nostra produzione artistica; in tutti i campi: letteratura, scultura, pittura e architettura, è un fiorire di capolavori e di opere geniali che diedero lustro ed onore alla nostra Patria.

Interprete di questa rinascita è il grande Leonardo che in tutte le arti lasciò traccia del suo ingegno superiore.

Per quanto riguarda la letteratura, il Rinascimento raccolge una grande quantità di opere, tanto in poesia che in prosa. Esso nasce quando l'Umanesimo è nel pieno della sua maturità artistica; senza l'Umanesimo, sarebbero mancate le magnifiche opere d'arte dei due più grandi scrittori, di questa epoca. Infatti, dallo studio, infaticato, critico e severo dei fatti umani, applicato alla politica, hanno origine le opere perfette di **NICOLÒ MACCHIAVELLI**, mentre là raffinata eleganza dello stile, ottenuta collo studio dei classici, unitamente ad una realistica visione delle umane vicende, danno vita all'**« Orlando Furioso »**, capolavoro di **LUDOVICO ARIOSTO**.

L'opera principale del Macchiavelli è il **« Principe »**, in cui viene sviluppata e trattata la fondamentale teoria politica del grande diplomatico: per Macchiavelli il sistema di governo migliore è quello di un signore assoluto a capo di uno Stato forte, in cui l'individuo si annulla per la grandezza dello Stato, dal quale dipendono la sua felicità e il suo benessere. Oltre a moltissime opere minori, Nicolò Macchiavelli scrisse le **« Storie Fiorentine »**, dove rifulge come sempre il suo stile perfetto, sobrio e spesso straordinariamente efficace e drammatico.

L'opera di maggior valore di Ludovico Ariosto è, come dicemmo, l'**« Orlando Furioso »**, poema cavalleresco in ottava rima, in cui vengono narrate le mirabili avventure del paladino Orlando, reso folle dal suo disgraziato amore per Angelica. Il poema è un pullular di vicende che s'intrecciano fra loro, giacchè, oltre alla trama sulla follia di Orlando, moltissimi sono gli episodi e le azioni cui partecipano gli altri numerosi cavalieri e personaggi della vicenda poetica.

In uno stile armonioso, fluido ed elegante, l'Ariosto, mentre narra con sorridente ed incredula bonarietà fatti meravi-

giosi, fa una descrizione perfetta e psicologicamente esatta dei vizi, delle virtù e dei sentimenti reali dell'uomo. Ludovico Ariosto è veramente il poeta del tempo nuovo; non idealista e mistico come Dante Alighieri e neppure sarcastico e negatore come il Boccaccio; egli è l'esponente di quella libertà di spirito e di azione, ottenuta, quale frutto principale dell'Umanesimo, dall'indagine realistica della vita.

Come reazione all'immoralità sempre più diffusa, — giacchè questo secolo pur così splendente di opere d'arte di ogni genere, palesava una notevole decadenza nella morale e nei costumi — ha inizio, nella seconda metà del 500, un movimento religioso che si sforza di ristabilire la fede, la morale e il senso dell'autorità.

Anche la letteratura risente di questo moto, e, abbandonato il classicismo, ritorna all'ispirazione religiosa, alla quale anche TORQUATO TASSO, il maggior poeta di questo periodo, attinge l'ispirazione per la « Gerusalemme Liberata ». In questo poema è narrata la riconquista di Gerusalemme dovuta alla Crociata guidata da Goffredo di Buglione.

Il Tasso chiude, con questa sua opera mirabile e con la sua vita, il Rinascimento; egli fu l'esponente della coscienza italiana stanca del passato e non ancor sicura dell'avvenire, ed espresse nei suoi versi l'ansia e lo sgomento di un'età splendente che, palesava ormai in tutti i campi segni indubbi di decadenza.

Più di un secolo passerà prima che, traendo fonte e calore dagli ideali nazionali, il pensiero italiano risorga, con vigorìa e con bellezza.

IL SEICENTO E IL SETTECENTO

Al fulgore del Rinascimento segue, come per reazione, un periodo di decadenza che porta i segni della corruzione del gusto e dell'esaurimento dello spirito. Già sul finire del '500, col Tasso medesimo, si hanno i prodromi di quella malattia di lambiccature e di stranezze che prese sviluppo nel Seicento, invadendo il campo della nostra letteratura. In contrasto però alla vuota e ampollosa poesia di GIAN BATTISTA MARINO e dei suoi seguaci, che, badando alla forma invece che al contenuto,

la vollero strana ed inusitata, al fine di meravigliare e sbalordire il lettore, la scienza raggiunge in quest'epoca le vette più gloriose.

La prosa scientifica, specialmente ad opera di **GALILEO GALILEI**, esprime le luminose conquiste dello spirito indagatore e veggente, in una forma precisa, limpida, ed inimitabile.

Attraverso al Marinismo e, successivamente, all'Arcadia — Accademia che si propose nuove ispirazioni poetiche nella contemplazione della vita semplice e primitiva dei campi, ma che però, mancando di vera ispirazione creatrice, produsse opere di scarso valore artistico — giungiamo alla seconda metà del Settecento, caratterizzata da un nuovo risveglio, artistico e spirituale. Esso avviene per opera specialmente del Goldoni, del Parini e dell'Alfieri: la benefica triade del nostro rinnovamento letterario.

CARLO GOLDONI presenta nelle sue commedie la vita del popolo dando a questo la consapevolezza dei suoi difetti ed anche delle sue virtù e mettendolo in grado di esercitare quei diritti politici e sociali per tanto tempo negatigli.

GIUSEPPE PARINI nel poema satirico « *Il Giorno* », sferza con implacabile ironia la nobiltà del tempo che, attaccata ai suoi privilegi e ai suoi onori, conduceva una vita oziosa, frivola ed inutile, credendo fermamente nella propria superiorità di razza; contrò questi abusi, il Parini predicò l'uguaglianza sociale di tutti gli uomini.

VITTORIO ALFIERI rappresenta nelle sue tragedie la sanguinosa lotta dell'eroe asservito ad una dominazione tiranna, e addita al popolo italiano la via degli eroismi per la liberazione e la redenzione della Patria.

L'OTTOCENTO

La letteratura dell'Ottocento che, per la prima volta, esprime la sete di libertà, l'ansia e l'attesa del popolo italiano, è per noi di grande valore ed interesse.

Nel periodo napoleonico emergono **VINCENZO MONTI** ed **Ugo FOSCOLO**: intelletti di pari grandezza e di opposte qualità. Il primo, di carattere piuttosto debole ed incerto, dimostra uno scarso valore morale; la sua arte riflette il suo carattere;

essa è classica nella forma, ma insincera, e perciò, pur ammirata, non commuove.

Ugo Foscolo al contrario, autore dei « Sepolcri », delle « Grazie », delle « Ultime lettere di Jacopo Ortis » e di molte opere minori, è una figura ammirabile di patriota e di poeta. Egli ebbe veramente il culto dell'Italia e dell'arte, e in tutta la sua opera, all'esaltazione del grande passato della nostra patria, si associa la certezza del suo non meno grande avvenire.

Troviamo poi nell'Ottocento i nomi famosi dei due più insigni rappresentanti della moderna letteratura italiana: ALESSANDRO MANZONI e GIACOMO LEOPARDI; prosatore il primo con il celebre romanzo « I Promessi Sposi », classico ed invidiato capolavoro della prosa italiana, e poeta il secondo, che in rime di squisita fattura, sfogò la sua anima oppressa da una tragica malinconia.

Segue in quest'epoca letteraria una folta schiera di poeti patriottici, che parteciparono con i loro scritti alle lotte per l'indipendenza d'Italia, e la cui produzione letteraria è satura di puro amor di Patria. Ricordiamo il BERCHET, il PELLICO, ALESSANDRO POERIO, ALEARDO ALEARDI, LUIGI MERCANTINI, GOFREDO MAMELI e ARNALDO FUSINATO.

Costituita l'Italia in Nazione unita ed avveratosi così il sogno di tanti eletti spiriti, continua la produzione sempre fiorente dell'ingegno letterario italiano con GIOSUÈ CARDUCCI, GIOVANNI PASCOLI e GABRIELE D'ANNUNZIO; poeta quest'ultimo del più raffinato edonismo e cantore dei fasti contemporanei della nostra Patria.

Ora l'Italia, ricca delle passate esperienze, rinnovata nei suoi valori spirituali, in continua e sicura ascesa, attende i poeti e gli scrittori nuovi che celebrino le speranze, le lotte e le realizzazioni dell'attuale travagliato periodo storico.

ELEMENTI DI GRAMMATICA

L'ALFABETO E LA PAROLA

Le parole che compongono la nostra lingua sono moltissime, pur risultando composte di pochi suoni semplici, combinati fra loro; ad ognuno di tali suoni corrisponde un segno grafico per la sua rappresentazione scritta; i segni grafici vengono chiamati lettere e nel loro insieme costituiscono *l'alfabeto*. Il nostro alfabeto è composto di ventun lettere, di cui ciascuna ha un segno grafico per il carattere maiuscolo ed uno per il minuscolo.

Le lettere maiuscole vengono generalmente usate all'inizio della parola quando questa indica un nome proprio, oppure quando significa grado, titolo o dignità, o infine allorchè la parola è all'inizio di un periodo.

Nell'alfabeto si distinguono le *vocali* e le *consonanti*; le vocali in numero di cinque: a, e, i, o, u, hanno un suono indipendente da quello delle altre lettere con cui sono unite e possono pertanto venire pronunciate anche isolatamente.

Le consonanti invece, in numero di sedici, non hanno un suono proprio, ma debbono appoggiarsi per la pronuncia alle vocali con le quali si trovano combinate nelle parole. A seconda dell'organo che serve alla loro pronuncia le consonanti si distinguono in:

labiali: p, m, b, f, v;

dentali: t, d, s, n, z, l, r;

gutturali: c, g, q.

Le consonanti *c* e *g* oltre che gutturali possono essere anche *palatali*, in quanto che, in alcune parole quali ad esempio:

cima, giglio, cena, Giulio, vengono pronunciate con l'uso del palato.

Tutte le consonanti, eccetto l'*h*, si possono raddoppiare.

LE SILLABE E L'ACCENTO

Il suono che, parlando, viene prodotto con una sola emissione di voce si chiama *sillaba*. La sillaba può essere formata o da una sola vocale (es.: e-ven-to), o da una vocale preceduta o seguita da una o più consonanti, (es.: be-re car-ta, tre-no), o infine da un gruppo di vocali (*dittongo*), eventualmente unito ad una o più consonanti (es.: au-ra, miei, fi-gliuo-li). Le parole, a seconda che siano costituite da una, due, tre o più sillabe, si chiamano rispettivamente: *monosillabe*, *bisillabe*, *trisillabe* e *polisillabe*.

Nel pronunciare una parola, facilmente si avverte che in essa una sillaba è contraddistinta da una speciale e più energica vibrazione del tono di voce; ciò dà luogo all'accento *tonico* della parola stessa.

A seconda che l'accento cada sull'ultima sillaba di una parola (città), o sulla penultima (incendio) o sulla terzultima (albero), la parola prende il nome rispettivamente di *tronca*, *piana* e *sdruciolata*. Le parole della lingua italiana sono generalmente piane.

SEGNI DI INTERPUNZIONE

I segni d'interpunzione hanno lo scopo d'indicare le pause necessarie per una lettura, precisa, varia ed armoniosa. Essi sono: la *virgola* (,), il *punto e virgola* (;), i *due punti* (:), il *punto fermo* (.), il *punto interrogativo* (?), il *punto esclamativo* (!), i *puntini di sospensione* (...), la *lineetta* (-) e la *parentesi tonda* ().

La virgola, il punto e virgola e il punto fermo, segnano nel discorso tre diverse gradazioni di pausa, dalla più breve alla più lunga.

I due punti servono, nell'uso più comune, ad annunciare il principio di un discorso altrui, che si vuol riferire testualmente, oppure a presentare, nel testo del discorso, una serie di nomi o di concetti. Il punto interrogativo e quello esclamativo sostituiscono il punto fermo al termine di un discorso che espri-

ma domanda oppure esclamazione (es.: Cosa brucia? Che disastro!).

Con i puntini di sospensione viene lasciata in tronco una frase che non si vuol finire, pur lasciandone intendere il senso.

La lineetta ha l'ufficio di staccare frasi vicine, e la parentesi tonda infine, di isolare dal discorso parole o frasi che stanno a sé, pur costituendo del discorso un utile chiarimento.

PARTI DEL DISCORSO

Nove sono le categorie in cui si possono dividere le parole facenti parte della nostra lingua, dato che esse, diverse tra di loro nel significato, lo sono anche per l'ufficio che compiono nel discorso.

Le categorie accennate, dette « parti del discorso », sono: il *nome*, l'*articolo*, l'*aggettivo*, il *pronomo*, il *verbo*, l'*avverbio*, la *preposizione*, la *congiunzione* e l'*esclamazione* o *interiezione*.

Il nome.

Le parole che hanno lo scopo di indicare cose o persone diconsi nomi.

Distinguiamo i nomi in *comuni*, quando servono a denominare intere categorie di persone (marinaio) o di animali (cavallino) e di cose (estintore), e in *propri*, quando indicano un solo rappresentante di una categoria (es.: Italia, Alighieri, Bergamo). I nomi propri si scrivono sempre con iniziale maiuscola. I nomi comuni che indicano un insieme di individui o di oggetti della stessa specie diconsi *collettivi* (es.: scolaresca, mandria). Si chiamano *compensi* i nomi che risultano formati dall'unione di due parole diverse (autopompa, tergicristallo). I nomi possono essere di genere maschile o femminile a seconda del significato e della desinenza.

Se il nome di una cosa, di una persona, o d'un animale, si riferisce ad un solo individuo od oggetto, diciamo che il nome è di *numero singolare*, se invece si riferisce a più di uno, esso si dice di *numero plurale*. Il variare del numero è indicato da una modificazione della desinenza, diversa a seconda della terminazione del nome (es.: marmo, marmi - uniforme, uniformi - figura, figure).

I nomi, a mezzo di suffissi che ne alterano la forma ini-

ziale, possono esprimere diverse particolarità del concetto. Le alterazioni più in uso sono le quattro seguenti, che formano:

- a) gli *accrescitivi* (es.: barcone, tavolone, casone);
- b) i *diminutivi* (es.: libriccino, pentolino, seggiolino);
- c) i *vezzeggiativi* (es.: fuocherello, cosuccia, vasetto);
- d) i *peggiorativi* (es.: poetastro, scrittorecolo, tempaccio).

L'articolo.

L'articolo è quella parte del discorso che, premissa al nome, dà rilievo al suo significato e toglie dal generico il concetto espresso. Dicendo infatti: dammi il libro, si toglie dal generico il nome di libro, espressamente indicando un libro determinato.

L'articolo può essere *determinativo* allorchè determina e definisce un'idea (es.: il mio elmo), e *indeterminativo* allorchè l'idea resta indeterminata (es.: un estintore a schiuma). Gli articoli determinativi sono, al singolare: il, lo, la, e al plurale: i, gli, le, e quelli indeterminativi sono: uno, un, una. Questi ultimi non hanno plurale.

Gli articoli determinativi, che nel discorso seguono le preposizioni, generalmente si uniscono ad esse. In tal modo si formano le *preposizioni articulate*.

Diamo alcuni esempi di preposizioni articulate:

la preposizione « a » si articola in:

al, allo, alla, ai, agli, alle;

la preposizione « da » si articola in:

dal, dallo, dalla, dai, dagli, dalle;

la preposizione « in » si articola in:

nel, nello, nella, nei, negli, nelle;

la preposizione « su » si articola in:

sul, sullo, sulla, sui, sugli, sulle.

L'aggettivo.

Dicesi aggettivo la parola che, aggiunta ad un nome, serve a meglio definirne qualche sua caratteristica. Gli aggettivi che esprimono la qualità di una cosa si chiamano *qualificativi* (es.: coraggioso, buono, brillante). Tutti gli altri si chiamano *indicativi*.

Gli aggettivi prendono il numero singolare o plurale ed il genere maschile o femminile del nome che accompagnano (es.: veicolo veloce, veicoli veloci).

Gli aggettivi qualificativi possono esprimere una qualità in modo più o meno marcato; tre sono i gradi dell'aggettivo: *positivo* (es.: tu sei audace), *comparativo* (es.: tu sei più audace di lui), *superlativo* (es.: tu sei audacissimo, oppure: tu sei il più audace di tutti).

Gli aggettivi indicativi si distinguono in *numerali*, *possessivi*, *dimostrativi* e *indefiniti*.

Gli aggettivi numerali ovverossia che esprimono una numerazione, possono essere *cardinali*, allorchè indicano il numero delle cose o persone considerate (es.: tre amici), oppure *ordinali* quando esprimono un ordine di classificazione (primo, secondo, terzo).

Gli aggettivi possessivi, danno al nome cui si riferiscono un'idea di proprietà.

Essi sono: mio, tuo, suo, nostro, vostro, loro e altrui.

Si dicono dimostrativi gli aggettivi che, aggiunti al nome, lo determinano in modo esatto e preciso (es.: questo, codesto, quello).

Sono infine indefiniti gli aggettivi che di un nome esprimono la quantità (molto, poco, troppo, tanto, quanto, tutto), o la maniera di essere (qualunque, qualsiasi, qualsivoglia) o infine una somiglianza o differenza (stesso, medesimo, altro, diverso, tale, cotale).

Il pronomе.

Il pronomе ha la funzione di sostituire il nome, al fine di evitarne la ripetizione.

Si hanno pronomi *personalii* (noi, voi, io, tu), *dimostrativi* (questo, codesto), *relativi* (che, il quale), *interrogativi* che sostituiscono il nome nelle preposizioni interrogative, e *indefiniti*, che nel designare cose o persone non le determinano con precisione (uno, qualcuno, certuno, niente, nulla).

Il verbo.

Il verbo è quella parte del discorso che serve ad esprimere un'azione. I verbi si distinguono innanzi tutto in due

grandi categorie: *transitivi*, che indicano un'azione compiuta dal soggetto sopra un oggetto (es.: il vigile spegne il fuoco), e *intransitivi*, che esprimono un'azione che non esce dal soggetto che la compie (es.: il sole splende).

Il verbo ha due forme: *attiva* e *passiva*; è in forma attiva, quando indica un'azione compiuta dal soggetto (es.: il padre educa i figli), passiva, quando indica un'azione subita dal soggetto (es.: i figli sono educati dal padre).

TEMPI DEL VERBO. — Un'azione espressa dal verbo può svolgersi nel presente, nel passato o nel futuro, e può quindi essere presente, passata o futura (es.: io vado, io andavo, io andrò).

Mentre il tempo presente è unico, il passato ha cinque diverse maniere: l'*imperfetto* che esprime un fatto trascorso che ha avuto una certa durata (es.: egli leggeva); il *passato prossimo* che indica un'azione finita in un tempo che dura ancora (es.: ho scritto); il *passato remoto* che indica un fatto avvenuto nel passato (es.: egli morì); il *trapassato prossimo* che esprime un fatto avvenuto nel passato anteriormente ad un altro fatto trascorso (es.: non hai ispezionato il teatro che io ti avevo indicato); il *trapassato remoto* che indica un'azione compiuta prima di un'altra espressa con il passato remoto (es.: partì dopo che il figlio ebbe compiuto il suo dovere).

Anche il futuro ha due diverse maniere: *futuro semplice* e *futuro anteriore*; quest'ultima esprime un'azione che avverrà prima di un'altra espressa col futuro semplice (es.: io verrò quando tutto sarà finito).

MODI DEL VERBO. — I verbi presentano inoltre diversi modi: indicativo, imperativo, condizionale, (modi finiti), infinito, participio e gerundio (modi infiniti). L'*indicativo* indica una certezza (es.: io vado; egli ritorna), il *congiuntivo* invece esprime un fatto possibile, augurabile o incerto (es.: desidero che tu ti fermi).

L'*imperativo* esprime comando (es.: vieni e lavora).

L'*infinito* afferma un'azione, senza determinare né la persona, né il numero del soggetto (es.: segnare il passo). Il *gerundio* indica un'azione secondaria rispetto a quella del verbo reggente (es.: camminava leggendo).

Il *participio* è insieme verbo ed aggettivo e ha due tempi: presente e passato (es. presente: il fuoco è abbagliante; passato: gli occhi abbagliati dal fuoco).

I verbi si dividono ancora in tre grandi classi o *coniugazioni*, che fra loro si distinguono per la terminazione dell'infinito, che per la prima è «are» (es.: camminare, osare), per la seconda «ere» (es.: volere, credere), e per la terza «ire» (es.: obbedire, finire).

I verbi che nei vari modi e tempi non presentano irregolarità, diconsi *regolari*, gli altri invece *irregolari* (come il verbo andare, perchè il suo indicativo è: vado, e non ando).

I verbi «essere» ed «avere» si dicono *ausiliari*, perchè servono anche a formare i tempi composti degli altri verbi (es.: io ho comandato, tu sei arrivato).

L'avverbio.

L'avverbio è una parte invariabile del discorso che si aggiunge al verbo per completarne il significato (es.: ho combattuto strenuamente).

Gli avverbi si classificano secondo il modo con cui integrano la parola da essi modificata; possono perciò essere *modali* o di *maniera* (bene, male, meglio, peggio, nemmeno, per caso, forse, ecc.); *locali* (qui, qua, lì, là, costì, costà, vicino, lontano, ecc.); *temporali* (oggi, ieri, domani, stamani, mai, quando, sempre, ecc.); *quantitativi* (assai, molto, poco, meno, abbastanza ecc.).

La preposizione.

È una parte del discorso invariabile che, posta tra due parole, spiega il rapporto in cui esse stanno tra di loro, rapporto che può essere di modo, di tempo, di possesso, di luogo, ecc. Le preposizioni possono essere *semplici* o *articolate*; quelle semplici sono: di, a, da, in, con, su, per, tra; di quelle articolate già si è fatto cenno parlando dell'articolo.

La congiunzione.

È una parte invariabile del discorso usata per congiungere tra di loro elementi simili di valore e di funzione, siano essi nomi o parti del discorso (es.: andare e venire - salita o di-

scesa). Le congiunzioni si chiamano *semplici* quando sono formate da una sola parola (e, né; o, che, però, ma, se, anzi, dunque), e *composte* quando sono la risultante di più parole raccolte in una sola (perchè, poichè, allorchè, benchè, perciò, sebbene).

L'esclamazione o interiezione.

È usata nel discorso commosso ed appassionato per dare ad esso un tono esclamativo, dubitativo od interrogativo.

Le più comuni interiezioni sono: ah, eh, oibò, ohè, ehi, veh, uhm, evviva, grazie, dagli, diamine, ecc.

CENNI DI SINTASSI

L'uomo immagina, pensa e ragiona. Le parole gli servono ad esprimere i pensieri; egli deve a tale scopo riunirle in frasi o proposizioni che esprimono concetti elementari, ed in periodi, che, formati dall'unione di diverse proposizioni, consentono di formulare idee più complesse, oppure diverse idee tra loro legate o dipendenti.

LA PROPOSIZIONE

La proposizione è la forma più elementare del nostro pensiero espressa con parole (es. il fuoco distrugge le materie combustibili).

A costituire una proposizione occorrono due elementi: un *soggetto*, vale a dire la persona o la cosa che agisce o di cui si parla, un *predicato*, cioè quello che si dice intorno al soggetto (es.: il fuoco (soggetto) distrugge (predicato)). Il predicato può essere *verbale* cioè esprimersi con un verbo (es.: l'aquila vola), o *nominale* quando quello che si dice del soggetto è ad esso collegato per mezzo del verbo essere o di altri verbi affini, come riuscire, divenire, sembrare, rimanere; verbi che vengono chiamati copulativi (es.: tu sei diventato forte).

I *complementi* sono altre parole aggiunte alla proposizione per maggior chiarezza e precisione; i più importanti sono: a) il *complemento oggetto* che indica la persona o la cosa sulla quale cade l'azione compiuta dal soggetto ed espressa dal pre-

dicato (il fuoco (soggetto) distrugge (predicato) le materie combustibili (complemento oggetto); *b*) il *complemento di agente* che si ha allorchè il verbo transitivo diventa passivo; in questo caso l'oggetto di prima diventa il soggetto e il soggetto: complemento di agente (es.: le materie combustibili (sogg.) sono distrutte (pred.) dal fuoco (comp. di agente); *c*) il *complemento di specificazione* (es.: la Divina Commedia di Dante); *complemento di tempo* (es.: in estate fa caldo, d'inverno fa freddo); *complemento di luogo* (es.: noi abitiamo in Italia). Vi sono moltissimi altri complementi quali ad esempio: quelli di *peso* e di *misura*, di *qualità* e di *quantità*, di *termine*, di *origine*, di *causa* e di *mezzo*.

IL PERIODO

Il periodo è una costruzione sintattica più complessa, perchè risulta formato da due o più proposizioni. La lunghezza di un periodo non è determinata; esso può essere breve, oppure anche molto ampio, al fine di esprimere un'idea assai complessa.

Il numero delle proposizioni di cui è composto, è pari al numero dei verbi in funzione di predicato. Le proposizioni, facenti parte del periodo, possono essere fra loro separate con segni di interpunkzione, oppure collegate con congiunzioni.

Le proposizioni, nel periodo, possono essere inoltre coordinate, oppure subordinate o dipendenti, a seconda che esprimano concetti separati oppure fra loro dipendenti.

Ad esempio il secondo periodo di questo paragrafo è formato da tre proposizioni: 1) la lunghezza di un periodo non è determinata; 2) esso può essere breve, oppure anche molto ampio; 3) al fine di esprimere un'idea assai complessa.

Di esse le prime due sono coordinate e separate da un segno di interpunkzione, mentre la terza è subordinata o dipendente dalla seconda.

Il periodo è l'elemento più importante della struttura del discorso, sia nella prosa che nella poesia.

La sua particolare costruzione e la sua ampiezza abituale variano per ciascuna lingua antica e moderna e ne costituiscono una caratteristica fondamentale.

STORIA D'ITALIA

PREMESSA

L'Italia è l'unico Paese che, si può dire, abbia un passato storico a carattere universale. La storia dell'Italia è un susseguirsi di memorabili eventi e di gloriose battaglie ed ha lasciato un indistruttibile complesso di fattori a vantaggio di quasi tutti i popoli. La storia di Roma infatti, non è soltanto storia d'Italia, ma rappresenta un'idea universale, alla quale tutti attingono per imparare, studiare e diffondere sempre più la civiltà presso i popoli.

Scopo della presente esposizione è quello di dare un rapido sguardo ai vari periodi che formano la storia della nostra Patria.

Essa si può dividere nelle tre seguenti epoche:

Evo ANTICO: dalla fondazione di Roma allo smembramento dell'Impero Romano con la calata del Re Odoacre nell'anno 476; MEDIOEVO: dal regno di Odoacre alla scoperta dell'America, avvenuta nel 1492 per opera e volontà del genovese Cristoforo Colombo; Evo MODERNO: dalla scoperta dell'America ad oggi.

Nella storia d'Italia merita inoltre un rilievo particolare il recente glorioso periodo del Risorgimento.

EVO ANTICO

STORIA ROMANA

Tutti sanno che il 21 Aprile di ogni anno, in Italia si celebra il Natale di Roma. Le notizie che si hanno della nascita di Roma trovano la loro fonte in una leggenda ed in alcuni studi fatti da critici storici.

La leggenda narra che Rea Silvia, nipote del Re Amulio, abbandonò due suoi figlioletti sulle rive di un fiume, ove una lupa, provvidenzialmente, salvò con il proprio latte la vita dei due bimbi: Romolo e Remo. I due gemelli, raccolti da un pastore, vennero cresciuti sani e forti, e successivamente, nell'anno 753 a. C., fondarono un villaggio che, da Romolo, si chiamò Roma.

Molti critici non dànno credito alla leggenda e sostengono che a dare i natali a Roma sia stato un gruppo di latini discendenti dai Monti Albani, i quali costituirono una specie di tribù nei pressi del fiume Tevere.

Sembra che questi latini avessero scelto la vallata compresa tra i colli, ritenendo quella determinata zona di terreno facilmente difendibile. Sta di fatto che, sin da molto tempo prima del 753 a. C., il territorio che allora costituiva l'Italia, era abitato da elementi eterogenei: gli Etruschi; gli Elleni; i Sabini; gli Equi della Campania; i Sanniti; i Lucani; ecc.

È di questo periodo storico: il famoso e leggendario Ratto delle Sabine; la costituzione del primo nucleo familiare nel quale il «Pater Familias» (Padre di famiglia) aveva l'autorità di un vero padrone, sia sulle persone che sulle cose, e l'elezione dei primi Re, che, secondo la leggenda, tennero all'inizio della storia di Roma il governo della città.

Nel periodo regio, Roma tende solamente ad accrescere la popolazione ed a procacciarsi i mezzi per la vita. La popolazione era suddivisa in tribù e tutti i privilegi erano assegnati ai più ricchi. Al Governo dei Re assoluti segue immediatamente l'epoca dei Consoli. Roma si elegge in Repubblica e lascia traccia di sé per la cruenta lotta interna tra Patrizi (ricchi) e Plebei (poveri), lotta che si risolve con alcuni diritti concessi ai plebei (istituzione dei Tribuni). Placato il dissenso interno, la Repubblica comincia la sua gloriosa espansione, e, lottando per anni ed anni, riesce con la forza delle armi e con l'unione di tutti i cittadini ad assoggettare i popoli confinanti. Si ha così il lungo periodo delle guerre con gli Etruschi, con gli Equi, con i Sanniti ed infine con i Galli ed i Greci.

Di tutte queste guerre combattute dai Romani, sono da ricordare due episodi che danno dimostrazione della forza di ca-

rattere dei Romani, oggi rivelatasi anche nel popolo italiano fascista.

Nel 389 a. C. i Galli riuscirono a penetrare in Roma, ma mentre stavano saccheggiando la città, vennero attaccati e respinti da Camillo, che riuscì a ricacciare gli stranieri col ferro, anzichè trattare la resa e pagare il riscatto.

L'altro episodio è noto sotto il nome delle Forche Caудine. I romani, sconfitti, subirono con fermezza d'animo l'onta di passare curvi sotto le forche. La disfatta fece però aumentare in essi il desiderio della rivincita e, riarmatisi con enormi sacrifici, ripresero la guerra che fruttò loro una delle più grandi vittorie. Con la conclusione favorevole di tutte queste guerre, Roma diventò padrona di tutta l'Italia. Infatti nel 272 a. C., con la caduta di Taranto, Roma estese la sua potenza su tutta la penisola. Ma per essere grande e per raggiungere anche un'adeguata espansione commerciale, Roma aveva bisogno del suo mare. Come gli italiani di oggi combattono per avere uno sbocco sull'oceano e per avere il dominio intero del Mare Nostrum, così Roma cominciò un periodo di guerre che tendevano, non solo ad aumentare territorialmente la Repubblica, ma ad acquistare inoltre quella libertà di commercio, che soltanto attraverso il mare può avere un adeguato sviluppo.

Si ebbe così il glorioso periodo delle guerre Puniche. Per dominare sul mare Roma aveva bisogno di distruggere Cartagine, come oggi per instaurare l'ordine nuovo in Europa vi è l'assoluto bisogno di distruggere l'Impero Britannico. La seconda guerra punica culminò a Canne con la vittoria dei Cartaginesi, che ben presto però vennero sconfitti da Scipione a Zama. Zama cancellò la disfatta di Canne, come Vittorio Veneto ha cancellato il rovescio di Caporetto. Appena terminata la seconda guerra punica, i Romani portarono la guerra a Filippo, Re di Macedonia, che aveva aiutato i Cartaginesi, e lo vinsero. Nel 146 a. C. la terza guerra punica si concluse definitivamente con la vittoria dei Romani e con la distruzione di Cartagine.

Alle guerre puniche seguì un lungo periodo di potenza, di benessere, di studi e di creazioni artistiche. Disgraziatamente però la ricchezza e la potenza raggiunte dai Romani, generarono, immediatamente dopo, lotte intestine, nonché vizi e mollezze derivanti dal lusso eccessivo. La società romana era

composta da elementi possidenti e da poveri; l'elemento industriale non era ancora comparso.

Le terre erano coltivate dagli schiavi. Mentre in questo periodo venivano create delle leggi favorevoli al popolo per alleviarne i bisogni, si ebbero nuove ed aspre lotte interne. Tutti ricordano le tristi vicende delle guerre tra Mario (plébeo) e Silla (difensore dei patrizi). Caratteristica delle guerre civili di Roma, specie in questo periodo, è la tendenza di estendere il campo di battaglia oltre i confini della repubblica, perchè i due partiti in lotta, cercavano di guadagnare alla propria causa alleati, scegliendoli tra i nemici di Roma.

È da ricordarsi a questo punto la terribile rivolta degli schiavi capitanata da Spartaco e repressa da Crasso, e le vittorie, in terra e in mare, di Gneo Pompeo, che tutto sè stesso dedicò per risollevarle le sorti della Repubblica. Accanto a Pompeo, riusciva ad affermarsi, con il valore delle armi in Gallia, Giulio Cesare il cui nome è rimasto soprattutto memorabile nella storia di Roma per il suo atto di ribellione nei riguardi di Pompeo e per aver marciato con le sue Legioni, passando il Rubicone, su Roma.

Debellati i nemici interni ed esterni, Giulio Cesare si fece dichiarare Dittatore a vita e promulgò leggi che dettero quiete e prosperità a tutti i cittadini. Una congiura ordita dai nemici di Cesare, troncò l'attività del Dittatore, ucciso il 15 Marzo dell'anno 44 a. C.

Dopo la morte di Giulio Cesare, nacque l'Impero. Infatti dopo la battaglia di Anzio, vinta da Ottaviano contro le armate di Antonio, alleato di Cleopatra Regina d'Egitto, cominciò la serie degli Imperatori.

Molti Imperatori si seguirono al posto di comando: Caio Caligola, Claudio, Nerone, pazzo ed autore del famoso incendio di Roma, Galba, Ottone, Vespasiano, che ordinò la distruzione di Gerusalemme, Tito ed in seguito Domiziano; questi venne ucciso da alcuni congiurati ed al suo posto fu eletto Imperatore Nerva, rimasto al potere solo per pochi anni. Gli successe Traiano ed altri ancora di minore importanza che, con la loro condotta, portarono al disfacimento dell'Impero ed all'invasione dei Barbari in Italia.

IL CRISTIANESIMO

È qui necessario fermare l'attenzione sulla prima grande rivoluzione mondiale che portò un capovolgimento completo di tutti i valori, di tutte le leggi e di tutte le idee, sia nel campo politico ed economico che nel campo morale: quella dovuta al Cristianesimo.

Tre sono le grandi rivoluzioni nel vero senso della parola, che hanno dato all'umanità le spinte più potenti verso la civiltà. Esse sono: la rivoluzione nata dal Cristianesimo; la rivoluzione Francese; la rivoluzione nata dal Fascismo.

È proprio nel periodo storico degli Imperatori che sorse il Cristianesimo. Cristo nato a Betlemme, predicatore della nuova religione fondata sull'amore e sull'uguaglianza fra le genti, con la sua dottrina e con il suo socialismo altamente umanitario, trasformò l'animo umano elevandolo al di sopra della vita terrena. Le idee di Cristo furono ostacolate. Lotte, persecuzioni, martirii e sacrifici furono necessari per l'affermazione dei nuovi principi e per la lotta contro la schiavitù.

Così, mentre l'Impero Romano, diviso tra l'Oriente e l'Occidente, dopo gli ultimi bagliori di potenza, decadeva completamente, il romanesimo cedeva il posto al germanesimo e la Chiesa di Cristo si affermava e si propagandava per tutto il mondo.

Nel 410 cominciarono le calate dei barbari in Italia. Prima i Visigoti e i Vandali, poi gli Unni con Attila e poi ancora, nel 476, Odoacre che, abolito il titolo d'Imperatore, si fece chiamare Re d'Italia.

MEDIOEVO

Al regno di Odoacre seguì una lunga guerra tra i Goti e i Longobardi per il dominio dell'Italia che rimase ai Longobardi.

Dal punto di vista storico le invasioni dei barbari in Italia non distrussero completamente la civiltà romana, anzi, e ciò è condiviso da parecchi storici, questi nuovi popoli subirono l'influenza delle leggi e dei costumi dei vinti Romani.

Il regno dei Longobardi in Italia durò più di duecento anni e l'ultimo Re fu Carlo Magno. Appartiene a questo

tempo la costituzione del potere temporale, ossia l'estensione dell'autorità del Papa al campo politico amministrativo. Il Papa, oltre ad avere la podestà spirituale, ottenne anche le stesse mansioni dei Re su determinate zone di territorio considerate di sua proprietà.

Alla dominazione dei Longobardi successe quella dei Franchi. Era il tempo, purtroppo, in cui gli Italiani molto spesso cambiavano padroni. I Duchi si chiamarono Conti, ma il tenore di bassa servitù era sempre lo stesso. La dominazione Franca dette origine ai Feudi. Ben poche furono le provincie che non subirono la dominazione Carolingia: Napoli, Gaeta, Otranto, Amalfi, Sicilia, Corsica, Sardegna, Benevento, Pisa, Genova e Venezia. In queste condizioni l'Italia attraversò un periodo terribile di lotte. La penisola era il campo di battaglia di tutti i desideri, di tutti gli urti e di tutti i rancori che in continuazione sorgevano negli animi dei vari Re, dei numerosi Imperatori e dei Papi.

Ed appunto durante queste guerre continue, il Papato emergeva per i suoi intrighi e per la sua corruzione: uomini viziosi, offendendo ogni cosa santa, trascinavano nel fango l'alta dignità dell'Ufficio Religioso.

I COMUNI

Il primo Comune sorse a Milano. Il Comune costituì un regime di governo più libero e in cui i diritti dei singoli vennero meglio rispettati. Infatti la stessa parola Comune nacque con il significato di comunione e fratellanza di tutte le classi; il Comune aveva un Consiglio Generale costituito dall'Assemblea dei Cittadini; Consoli e Podestà tenevano l'amministrazione della giustizia e della guerra. A comandare le truppe veniva designato un Capitano del Popolo. In tal guisa le città finirono per provvedere da sé stesse alla propria difesa. Gli abitanti che vivevano del proprio lavoro erano uniti in Corporazioni di Arti e Mestieri. Queste Corporazioni dettero molto sviluppo alle industrie, rendendole pregiate sia nell'ambito del Comune che presso altri paesi.

Mentre nella parte settentrionale dell'Italia sorgevano i Comuni con tendenza squisitamente liberale e con sintomi di progresso e di civiltà, l'Italia Meridionale era oppressa per

opera dei Normanni. Un lungo periodo di guerre, conosciute sotto il nome di « Guerre delle Investiture », impegnò Impero e Papato.

La guerra per le Investiture era la guerra per il diritto, che il Papa voleva riservato a sè, di conferire le cariche e gli Uffici ecclesiastici. Con queste lotte e con le Crociate, si annunciava il risorgimento spirituale della Chiesa.

Alle guerre per le Investiture seguirono le guerre religiose conosciute sotto il nome di Crociate. Si tendeva alla conquista di Gerusalemme. Le Crociate furono otto; la più importante fu quella condotta dal francese Duca Goffredo di Buglione, il quale riuscì ad avere ragione dei Mussulmani ed a conquistare Gerusalemme; però solo temporaneamente, dato che ben presto la città santa ricadde nelle mani dei Mussulmani.

La costituzione dei Comuni e le Crociate, che ebbero una grande ripercussione nell'animo del popolo Italiano, fecero insospettire gli Imperatori, sia di Germania che di altri Stati. Poichè i Papi quasi sempre si rivolgevano ad Imperatori stranieri per ottenere aiuti, ne veniva di conseguenza che, ogni semplice lite, ogni minima controversia, ogni legge o riforma da attuare, si risolveva con la calata di truppe mercenarie in Italia. Infatti il Papa Adriano IV, con la scusa di reprimere una riforma religiosa, propugnata da Frate Arnaldo da Brescia, si rivolse all'Imperatore di Germania, Federico Barbarossa, il quale immediatamente venne in Italia e cercò di imporre ai Comuni Magistrati nominati da lui. Questa volta l'invasione dello straniero offrì lo spunto non solo ad una aperta ribellione, ma anche all'inizio di un'unione tra le diverse città d'Italia. Si costituì una Lega detta Lega Lombarda; si organizzarono eserciti e si portò la guerra contro le armate del Barbarossa; questa guerra si concluse con la vittoriosa Battaglia di Legnano, che molto giustamente da un poeta è stata definita « *La più bella battaglia della nostra storia* ».

Un altro bell'episodio del nostro Medio Evo è quello dei « Vespri Siciliani ». Il Governo di Carlo d'Angiò, che vinse Corradino di Svevia e lo fece impiccare, rimase padrone della Sicilia. La tirannia, i soprusi e le devastazioni dei Francesi in terra di Sicilia, provocarono un risentimento nell'animo di quel generoso popolo, tale che, alla prima occasione, dette luogo ad insurrezioni. Il lunedì di Pasqua del 1282 un francese insultò

una fanciulla di Palermo accompagnata dal fidanzato. L'atto villano fu punito con la morte ed il popolo insorse, uccidendo quanti Francesi trovò, mentre le campane dei Vespri suonavano a stormo, annunziando per tutta l'isola la ribellione e la vendetta degli oppressi. In tale maniera i Francesi furono cacciati dalla Sicilia.

Quasi non fossero bastate alla nostra tormentata penisola le continue guerre con gli stranieri, si ebbero, nei Comuni ed in altre città d'Italia, gravi lotte interne.

A Milano si instaurò la tirannia dei Visconti; Ferrara cadde sotto la dominazione degli Estensi; Verona e Vicenza degli Scaligeri; Padova della famiglia Carrarese, ed in Firenze, vi fu un periodo di accanite lotte tra Guelfi e Ghibellini. Nel frattempo Pisa, Genova e Venezia continuavano ad estendere la loro potenza nei lontani paesi ed a farsi guerra fra di loro per rivalità di commercio. Una spietata e dura lotta sorse tra Genova e Venezia i cui condottieri, eroi valorosi e grandi, furono Pietro Doria e Vittor Pisani.

In quest'epoca la sede papale venne trasferita da Roma in Avignone.

Con la lontananza dei Pontefici, le condizioni di Roma peggiorarono, imperversandovi le fazioni, alimentate dalle rivalità e dalle violenze dei nobili. Un popolano, Cola di Rienzo, che aveva la mente piena di erudizione e l'animo acceso dalle memorie dell'Antica Roma, cercò di porre rimedio ai mali, facendosi tribuno del popolo e instaurando gli antichi ordini della Repubblica Romana. Ma alle speranze non rispose l'effetto; ed egli cadde da ultimo in disgrazia al popolo che lo assassinò. Nel 1377 la sede pontificia tornava a Roma.

In quel frattempo a Napoli regnava la Regina Giovanna, e Firenze passava sotto la dominazione dei Medici.

EVO MODERNO

LE SCOPERTE E LE INVENZIONI

Il passaggio dal Medio Evo all'Evo Moderno è segnato nella storia dalle diverse invenzioni e scoperte che hanno avuto grandi ripercussioni, sia nel campo politico che in quello economico e morale.

Cristoforo Colombo scopriva l'America ed allargava in tal modo la rete dei traffici commerciali; negli ordinamenti militari, in seguito all'applicazione della polvere da sparo, si verificava un capovolgimento di tutto ciò che era la vecchia scuola militare d'allora ed i vecchi sistemi di guerra; l'invenzione della stampa apriva il gran libro della sapienza a tutti gli uomini di buona volontà.

La stampa fu inventata da Giovanni Guttemberg di Magonza. Questa invenzione però fu perfezionata successivamente da un Italiano: Panfilo Castaldi, cittadino di Feltre, che inventò « i tipi », ossia le lettere separate e mobili, che portarono effettivamente alla creazione dell'arte della stampa.

Il periodo che va dalla caduta dell'Impero Romano a quello delle scoperte si può sintetizzare, sotto l'aspetto politico, come un periodo di asservimento e di mancanza di ogni spirito di unione e di coscienza nazionale; sotto l'aspetto economico, è da considerarsi un periodo in cui gli italiani, sebbene in crisi, assoggettati e sempre in lotta, sia fra di loro che con gli stranieri, seppero affermarsi e dimostrarsi abili ed attivi in qualsiasi ramo; sotto l'aspetto letterario e culturale questo periodo si può considerare tutto uno splendore di opere d'arte e di civiltà; in questa magnifica fioritura, moltissimi Italiani consegnarono alla eternità i prodotti del loro genio, della loro scienza e della loro intelligenza: Dante Alighieri, Petrarca, Boccaccio, Leonardo da Vinci, Michelangelo, Raffaello, Giotto e molti altri.

L'ITALIA AL PRINCIPIO DELL'EPOCA MODERNA

L'Italia al principio dell'Era nuova era così suddivisa:

- a) Il Ducato di Savoia, comprendente alcune terre oltre le Alpi e una parte del Piemonte, sotto Carlo II;
- b) la Repubblica di Venezia, comprendente nei suoi domini l'Istria, la Dalmazia, le isole Ionie, Creta e Cipro, con a capo i Dogi;
- c) il Ducato di Milano, la città di Genova e la Corsica, sotto Ludovico il Moro;
- d) il Ducato di Monferrato, sotto Francesco II;
- e) il Marchesato di Mantova, sotto il dominio della Famiglia Gonzaga;
- f) Firenze, sotto il dominio di Piero dei Medici;

g) Ferrara e Modena, sotto gli Estensi;
h) le Romagne, divise fra i Baglioni, i Colonna e gli Orsini;

i) lo Stato Pontificio sotto il Papa Alessandro VI;

l) Napoli con Ferdinando I;

m) Sicilia, Sardegna e Malta con Ferdinando di Spagna, il Cattolico.

Cominciarono in seguito le guerre tra la Spagna e la Francia per il dominio dell'Italia.

Prima Carlo VIII di Francia, e poi Luigi XII, calarono in Italia e cercarono di imporre con le armi le loro leggi, i loro costumi e la loro azione di sfruttamento.

Carlo VIII discese in Italia, passando per le Alpi, nel 1494 e, occupata Milano, si recò a Firenze. Questa città, seguendo forse l'esempio di Milano, si ribellò e l'atto di fermezza del popolo fece deviare la marcia dell'Imperatore.

Allora l'Imperatore si recò a Roma e, d'accordo con il Papa Borgia, si portò alla volta di Napoli, ove il Re Ferdinando II diede facoltà ai Francesi di occupare la città, dandosi alla fuga. Ma i principi italiani si allearono con i nemici di Carlo VIII e gli mossero guerra; questa terminò con la sconfitta degli eserciti francesi a Fornovo.

Il successore di Carlo VIII riprese la guerra e fece tutto il possibile per riguadagnare il perduto, ma non riuscì nell'intento, perchè a Seminare e a Codignola fu sconfitto. Napoli assieme alla Sicilia diventò una provincia del Regno di Spagna.

È di questo secolo la riforma di Lutero. Il motivo che fece nascere questo movimento di scissione da parte dei cattolici tedeschi, guidati da Martin Lutero, sta nel fatto che il contegno dei Papi era diventato insopportabile e destava commenti in tutti i popoli per l'arroganza, per la corruzione e per i vizi. Presso il Papato si era sviluppato un autentico commercio delle indulgenze.

Le guerre tra la Spagna e la Francia continuarono sino al 1529, terminando con la pace di Cambrai.

LA DISFIDA DI BARLETTA

Durante la guerra tra Francesi e Spagnoli avvenne la famosa disfida di Barletta. Alcuni Ufficiali francesi, prigionieri di Barletta, insultarono gli Italiani, tacciandoli da vili e

poltroni, ed affermando che, a combattere con gli Italiani, non vi era alcuna soddisfazione. Gli Italiani, come risposta, a mezzo di Ettore Fieramosca lanciarono una regolare sfida ai Francesi. Fu stabilito che venissero tratti a sorte 13 soldati da una parte e 13 dall'altra. Gli Italiani, con il loro coraggio e soprattutto con la ferrea volontà di vincere, riuscirono vittoriosi nello scontro e misero fuori combattimento i presuntuosi Francesi, che pagarono così, caramente, l'ingiusto oltraggio.

LE GUERRE TRA FRANCESCO I E CARLO V

Mentre Napoli rimaneva sotto il dominio della Spagna, Francesco I Re di Francia e Carlo V Imperatore di Germania vennero a guerra tra di loro, e purtroppo la nostra penisola fu il terreno su cui si combatté in gran parte questo gigantesco duello. I fatti più salienti di questo burrascoso periodo sono: la *battaglia di Pavia*, avvenuta nel 1525 che si decise con la disfatta di Francesco I, il quale dovette arrendersi all'impeto dei Tedeschi e darsi prigioniero, e la *Seconda Lega Santa* (Venezia, Clemente VII, Firenze e Francesco Sforza) che venne costituita per combattere Carlo V, che, con la sua strepitosa vittoria, era rimasto arbitro delle sorti di tutta l'Italia. In questa occasione gli Italiani, forse per la prima volta, cominciarono a sentire come la guerra per l'indipendenza fosse un dovere nazionale. Il *Saccheggio di Roma*, ordinato da Carlo V per vendicarsi della costituita Lega, fu effettuato da un esercito di tedeschi Luterani, i quali, vinta la resistenza dell'esercito collegato, condotto da Giovanni dei Medici detto Giovanni delle Bande Nere, irruppero nella città eterna e la saccheggiarono. L'*Assedio di Firenze* venne posto dalle truppe di Carlo V, in seguito alla promessa del Papa Clemente VII di riconoscere l'Imperatore come Capo dell'Italia. Firenze, invece di aderire alla promessa del Papa, si ribellò e resistette all'assedio, guidata da Francesco Ferruccio, che, nei pressi di Gavinana, venne però sconfitto.

Dopo circa 60 anni di guerra Carlo V, dopo aver concluso una tregua col Re di Francia, stanco delle continue lotte, rinunciò al potere, lasciando la corona imperiale coi domini di Casa d'Austria al fratello Ferdinando, e la Spagna, i Paesi Bassi e i possedimenti d'Italia e d'America al proprio figlio

Filippo II. La battaglia di S. Quintino pose termine alla lotta tra la Francia e la Spagna e la pace venne consacrata dal trattato di Chateau-Cambresis.

BREVI NOTIZIE SUL PIEMONTE

Durante le lotte tra la Francia e la Spagna, Emanuele Filiberto, vedendosi privato quasi interamente dei propri domini, si arruolò nell'esercito di Carlo V e dimostrò tanto valore guerresco che le sue aspirazioni di recuperare il Piemonte furono coronate dal più felice successo. Il Duca Emanuele Filiberto che discendeva dai più vecchi Duchi della Savoia, Conte Verde e Conte Rosso, si trovò in questa maniera a capo di un piccolo Stato che, con la sua azione di governo, rese civile e florido, potenziandolo con un buon esercito reclutato tra elementi nazionali e non mercenari.

A Emanuele Filiberto successe il figlio Carlo Emanuele I. Egli, con sagace attività, profittò delle rivalità fra la Francia e la Spagna per ingrandire il Piemonte, al quale fece aggiungere il Marchesato di Saluzzo. Successivamente si ebbero come Re del Piemonte, Vittorio Amedeo I e Carlo Emanuele II, morto nel 1675.

ALCUNI CENNI SULLA REPUBBLICA DI VENEZIA

Fin dal 1453 i Turchi andavano allargando sempre più le loro conquiste a danno specialmente dei veneziani. Pio V, per porre termine alle orribili stragi compiute dai barbari Mussulmani, chiamò a raccolta i Principi e le Repubbliche d'Italia e costituì una Lega nella quale entrarono a far parte Venezia, Genova, il Duca di Savoia, Malta e la Spagna.

Si allestì una poderosa flotta e si dette battaglia all'armata turca. Lo scontro avvenne nel Golfo di Lepanto il 7 ottobre del 1571. La vittoria arrise alle navi della Lega. La battaglia navale di Lepanto appare come la più importante battaglia per mare che siasi combattuta dai tempi di Augusto.

• Dissensi sorti tra i componenti della Lega, portarono come conseguenza che Venezia in seguito rimase sola a combattere contro i Turchi e, non potendo sostenere lo sforzo di una così impari lotta, fu costretta a concludere la pace ed a cedere l'isola di Cipro.

BREVI CENNI SU NAPOLI E PALERMO

Nel Napoletano e nella Sicilia le condizioni di vita del popolo erano tristi: commercio ed agricoltura abbandonati; tasse e sopratasse aumentavano la miseria. Queste condizioni fecero perdere la pazienza a quelle popolazioni che aspettavano un'occasione qualsiasi per insorgere. Nello stesso anno (1647) avvennero dei moti rivoluzionari sia a Napoli che a Palermo. A Palermo per il rincaro del pane; a Napoli per il dazio sulle frutta fresche. In quest'ultima città, capo del movimento popolare fu un pescatore di Amalfi di nome Tommaso Aniello, chiamato Masaniello. I tumulti continuaron non solo in città, ma anche in tutte le provincie del Regno; il Vice Re fu costretto a chiedere aiuti a Filippo IV Re di Spagna, il quale, con un esercito, ristabilì la situazione. L'oppressione così gravò più forte che mai sulle misere popolazioni.

GUERRA PER LA SUCCESSIONE DI SPAGNA, DI POLONIA E D'AUSTRIA

Nel 1700 restava vacante il trono di Spagna, su cui, in mancanza di eredi legittimi, reclamavano diritti ben 4 potenze di Europa: l'Imperatore di Austria Leopoldo I; Filippo d'Angiò; il Principe di Baviera e Vittorio Amedeo II, Duca di Savoia. Scoppiò un'altra guerra Europea di cui si risentirono forti ripercussioni in Italia, dove accaddero i primi fatti importanti. Vittorio Amedeo II si unì con Filippo V d'Angiò e l'Austria cominciò le ostilità mandando in Italia, a capo di un esercito, il giovane Principe Eugenio di Savoia discendente dei Carignano. Va ricordato di questa guerra l'assedio di Torino e l'atto eroico di Pietro Micca.

Il Piemonte era invaso. I Francesi erano accampati in diverse località: a Vittorio Amedeo non rimaneva altra difesa che Torino, assediata da un esercito di circa 40 mila uomini. L'assedio durò quattro mesi. La resistenza fu possibile per l'atto generoso di un soldato minatore di nome Pietro Micca che fece saltare, sacrificandosi, un deposito di polvere nei sotterranei della città dove si erano già infiltrati elementi Francesi. Il nome di Pietro Micca è rimasto scolpito nei secoli. Il suo eroismo per semplicità e grandezza è pari a quello degli

esempi più insigni di Roma Antica. Col sopraggiungere delle forze Austriache, al comando del Principe Eugenio, l'esercito Francese fu completamente sconfitto.

Nel 1713, con la pace di Utrecht, ebbero termine queste guerre di successione. Il regno di Spagna fu confermato a Filippo V, con l'obbligo di cedere all'Imperatore d'Austria Carlo VI la Lombardia, il Ducato di Mantova, la Toscana, la Sardegna e Napoli.

Vittorio Amedeo II da questa guerra trasse dei benefici, perchè i confini del suo stato si allargarono comprendendo: Monferrato, Alessandria, la Lomellina e la Sicilia, che in un secondo tempo dovette cedere all'Austria ricevendone in cambio la Sardegna. Della Sardegna, primo tra i Savoia, assunse il titolo di Re, titolo rimasto in seguito a tutti i Principi di Casa Savoia fino a Vittorio Emanuele II che fu il primo Re d'Italia.

Dopo la guerra per la successione della Spagna si presentò la questione per la successione al trono di Polonia. Durante questo conflitto gli Austriaci vennero allontanati dall'Italia Meridionale per opera di Don Carlos, figlio di Filippo V. Il Piemonte anche da questa guerra trasse dei vantaggi, estendendo i suoi domini su Novara, Tortona e le Langhe; mentre Genova veniva occupata dagli Austriaci. Avvenne durante questa occupazione il magnifico gesto di un ragazzo, chiamato Balilla, che in un impeto di indignazione, scagliò un sasso contro i prepotenti, dando origine ad una vera rivolta contro i barbari oppressori. Dopo quasi 180 anni, il Fascismo ha creato con la G. I. L. il tipo del nuovo ragazzo d'Italia che, sull'esempio del primo Balilla, si rende sempre più degno della tradizione guerriera del popolo Italiano.

La pace di Aquisgrana concluse questo lungo periodo di lotte e dette finalmente all'Europa ed all'Italia un periodo di tranquillità; di essa i vari Principi approfittarono per attuare provvide riforme e per attendere al benessere dei loro popoli.

LA RIVOLUZIONE FRANCESE

Abbiamo detto che tre sono state le grandi rivoluzioni che hanno spinto l'umanità verso una forma di civiltà più completa e verso un reale progresso. La Rivoluzione Francese si afferma con la proclamazione dei diritti dell'uomo. Idee nu-

ve, ordinamenti nuovi, ed una libertà di coscienza e di politica si impadroniscono delle masse le quali cercano forme di Governo che diano garanzie di libertà, fratellanza ed uguaglianza. Come la Rivoluzione di Cristo aveva proclamato gli uomini tutti eguali innanzi a Dio, così la Rivoluzione Francese proclamò tutti gli uomini eguali innanzi alla legge. Le idee della Rivoluzione Francese varcarono i confini della Francia e si radicarono nella mente e nei cuori anche degli altri popoli.

L'Europa insorse; si armarono eserciti contro la Francia e contro quello che era chiamato in quei tempi il « regno del terrore ».

Le idee rivoluzionarie francesi si imposero a tutti i popoli con le baionette di Napoleone.

NAPOLEONE BONAPARTE

Nacque ad Ajaccio nel 1779, da Carlo Bonaparte e da Letizia Ramolino, che discendeva da una famiglia toscana trasferitasi in Corsica; isola che, pur essendo stata per lunghi anni italiana, era passata appena da pochi mesi sotto il dominio francese.

Napoleone uscì dalla scuola militare col grado di Luogotenente di Artiglieria e fece la sua prima apparizione sulla scena politica in occasione dell'assedio di Tolone, città che si era ribellata ai capi della Rivoluzione. Per la sua abilità militare la Convenzione lo nominò poi Generale comandante di una Armata. Tra i paesi che si erano coalizzati, per opporre un freno all'espansione delle idee rivoluzionarie, vi era anche il Piemonte. I Francesi pensarono di occupare immediatamente il piccolo regno Sabaudo ed affidarono il comando delle operazioni al giovane generale Bonaparte.

Napoleone, con un ardito piano di guerra, incontrati gli alleati, in quattro giorni li vinse tre volte: a Montenotte, a Dego e a Millesimo. Inseguiti i Piemontesi li batté a Mondovì, e Vittorio Amedeo III fu costretto a chiedere la pace, che ottenne cedendo alla Francia la Savoia e Nizza e permettendo che i Francesi occupassero il Piemonte.

Immediatamente dopo, Napoleone occupò anche la Lombardia. Egli entrava nelle città spiegando la bandiera della libertà e proclamando le nuove idee sui diritti dell'uomo. Più

che come occupatore egli veniva accolto come un liberatore. In questa campagna fece subire all'Austria una lunga serie di disfatte, giungendo con le sue armate fin sotto le mura di Vienna e riuscendo ad ottenere, con il trattato di Campoformio, la cessione della Lombardia e del Veneto. Quasi contemporaneamente completò l'occupazione di tutta l'Italia, cui volle dare un nuovo ordinamento, raggruppando i diversi Stati in Repubbliche; si ebbero così la Repubblica Cisalpina nell'Italia Settentrionale, la Repubblica Romana, nella Centrale, e la Repubblica Partenopea, nella Meridionale.

Napoleone non era soltanto un Dio della Guerra, ma anche un uomo di un'attività straordinaria, specie nel campo politico; a lui si deve infatti, nel giorno 7 gennaio del 1797, il riconoscimento della bandiera italiana, bianca, rossa e verde, la quale, sulle orme delle vittorie napoleoniche, doveva guidare la marcia della indipendenza e della gloria « *Dai tempi di «Roma era questa la prima volta che la coscienza unitaria Italiana si affermava per voto concorde di rappresentanti eletti « dal popolo Italiano. Allora, appunto, a simboleggiare quella « prima unione che fu il nocciolo della unificazione Italiana apparvero anche i tre colori, che poi accompagnarono il popolo « Italiano in tutte le sue lotte per costituirsi in una sola Nazione* » (Corrado Ricci).

Sistemata in tal modo l'Italia, Napoleone portò le sue armate in Egitto. La Russia e l'Austria alleate profittarono dell'assenza del Generale per mandare eserciti in Italia. I Francesi furono vinti e le Repubbliche caddero. Gli antichi Governi furono restaurati e vendette atroci pesarono sulla testa dei liberali che avevano offerto ai Francesi aiuti, collaborazione e simpatia. Napoleone, avuto notizia dei disastri subiti in Italia dai Francesi durante la sua assenza, abbandonò l'Egitto e sfuggendo miracolosamente al controllo della flotta Inglese, rientrò a Parigi, ove venne accolto con i massimi trionfi. Con abile mossa, in seguito ad un colpo di Stato, si impadronì del potere e si fece nominare Primo Console con poteri Dittatoriali.

Dopo aver compiuto, con una serie di provvide leggi, un'altra opera di pacificazione sociale nella Francia, decise di ritornare in Italia a ripristinare il dominio francese. A Marengo, il 14 giugno del 1800, Napoleone inflisse una grande

sconfitta all'Austria e successivamente ricostituì la Repubblica Ligure; della Repubblica Cisalpina, divenuta Repubblica Italiana, si elesse lui stesso Presidente. Roma ritornò al Pontefice. Il Regno di Napoli fu rioccupato da Ferdinando IV di Borbone.

Nel 1806 Napoleone, già da due anni Imperatore di Francia, venne proclamato a Milano Re d'Italia, e gran parte del nostro Paese fu affidato, sotto forma di Repubbliche, di Ducati e di Principati al governo di tutti i suoi parenti. L'entusiasmo degli Italiani per queste libertà concesse ebbe brevissima durata: il popolo fu completamente deluso nelle sue speranze, perchè i Francesi, a parole, concessero grande libertà, ma, a fatti, non fecero altro che sostituirsi, come profittatori e dominatori, agli Austriaci. Infatti i più lucrosi impieghi vennero concessi ai Francesi, le tasse raddoppiate, i Musei, le Chiese e le Biblioteche completamente spogliate; tutte le più belle opere d'arte furono rubate, ed ogni voce di protesta che si levò, fu soffocata nel sangue.

Napoleone, divenuto padrone di quasi tutta l'Europa, cominciò ad essere abbandonato dalla fortuna: la ritirata di Mosca fu il suo primo smacco. Se per Napoleone la ritirata dalla Russia fu un disastro, per l'Italia invece, ha segnato una pagina di gloria e di alte virtù militari. I soldati italiani che facevano parte della Grande Armata, dettero prova in quella occasione di essere i veri discendenti degli antichi legionari di Giulio Cesare. Lo stesso Napoleone, che fra i componenti della sua guardia del Corpo aveva degli Italiani, rimase meravigliato e tributò loro un elogio che è rimasto scolpito nella storia d'Italia e che anche il Duce in occasione di un discorso al Senato ripetè, parlando delle virtù militari del soldato italiano.

Battuto poi a Lipsia, Napoleone ebbe il dolore di vedere la sua grande e potente Francia invasa dagli eserciti Europei. Fu costretto a rinunciare all'Impero. In seguito, nel marzo del 1814, fu inviato nell'Isola d'Elba, apparentemente sconfitto e rassegnato. Nel 1815, riuscito a fuggire, ritornò a Parigi, ove fu accolto con trionfi. Atterrite da questo temerario colpo, le Potenze europee, che già si erano riunite a Vienna per dare all'Europa una pace duratura, si affrettarono a mandare ai confini della Francia i loro eserciti. Questa nuova gloria di Napoleone durò solamente 100 giorni. A Waterloo venne definiti-

vamente sconfitto e fatto prigioniero; relegato dagli Inglesi nell' Isola di S. Elena, nell'Oceano Atlantico, vi morì il 5 maggio 1821.

GIOACCHINO MURAT

Tra i Generali di Napoleone va ricordato Gioacchino Murat, che, dopo aver raggiunto i più alti gradi nell'esercito Napoleonico, sposò la sorella dell'Imperatore e divenne Re di Napoli. Egli abbandonò l'Imperatore quando questi venne inviato all'isola d'Elba.

Quando Napoleone rientrò in Francia, il Murat, temendo che le potenze dell'Europa lo dovessero privare del Regno, lasciò Napoli e con un esercito partì verso l'Italia Settentrionale. In tale occasione emanò un proclama chiamando a raccolta tutti gli Italiani per la formazione di una nazione libera dalle Alpi alla Sicilia. Murat ebbe poca fortuna. Non tutti gli Italiani lo seguirono, nonostante che molti insigni scrittori accompagnassero con i più ardenti voti la marcia dell'esercito liberatore. Il Murat fu più tardi catturato durante un tentativo di sbarco a Pizzo di Calabria, ove sperava di raccogliere proseliti e di aizzare la popolazione alla rivolta. Venne poi fucilato dai soldati borbonici.

IL CONGRESSO DI VIENNA

Le nazioni europee, dopo la morte di Napoleone, ripresero i lavori del Congresso di Vienna.

La rivoluzione francese, le campagne di Napoleone, le innovazioni portate da questo grande uomo in tutti i campi dell'attività umana e in tutti i settori dell'Europa, determinarono nei popoli una nuova coscienza improntata ad uno spirito completamente liberale. In Italia particolarmente, oltre al grande desiderio di libertà, fervevano anche in moltissimi italiani, ideali e speranze di Unità e di Indipendenza. L'Italia ormai aveva la sua bandiera e ciò che Napoleone aveva lasciato negli animi degli Italiani non poteva più essere distrutto. Le grandi Nazioni europee si riunirono a Vienna con il proposito di cancellare per sempre i sentimenti sviluppatisi in seguito alla diffusione dei principî della Rivoluzione Francese. La restaurazione dei vecchi governanti con potere assoluto, fu

l'arma impiegata dal Congresso per raggiungere lo scopo. L'Italia uscì dal Congresso di Vienna così divisa ed ordinata politicamente:

- a) Il Regno Lombardo Veneto, con l'Istria e la Dalmazia sotto l'Austria;
- b) Il Granducato di Toscana sotto Ferdinando III di Lorena, imparentato con la casa d'Austria;
- c) Il Ducato di Modena e Reggio sotto l'Austriaco Francesco IV;
- d) Il Ducato di Massa e Carrara sotto Maria Beatrice d'Este, madre di Francesco IV;
- e) I Ducati di Parma, Piacenza e Guastalla a Maria Luisa d'Austria;
- f) Lo Stato Romano tornò alla Santa Sede, con Ferrara e Comacchio, dove l'Austria accampò il diritto di tenere delle guarnigioni;
- g) Il Regno delle due Sicilie fu restituito a Ferdinando IV di Borbone che prese il nome di Ferdinando I;
- h) La Corsica rimase alla Francia;
- i) Il Canton Ticino alla Svizzera;
- l) Malta agli Inglesi;
- m) Il Ducato di Lucca a Maria Luigia di Borbone;
- n) Il Regno di Sardegna e di Piemonte, accresciuto di tutto il Genovesato, fu ridato a Vittorio Emanuele I.

Come si rileva dalla suddetta divisione, il maggior dominio delle terre Italiane era stato preso dall'Austria. I Monarchi, riunitisi a Vienna, non avevano pensato che in seguito alla Rivoluzione Francese, si era diffuso nei popoli un sentimento di sorda e poi aperta ribellione alla tirannide, che in breve volger di tempo avrebbe dato i suoi frutti.

IL RISORGIMENTO

LE SOCIETÀ SEGRETE

Lo spirito reazionario che seguì alla restaurazione degli antichi governi ebbe modo di svilupparsi nelle Società Segrete che sorsero dall'uno all'altro estremo d'Italia. Il despotismo dei vecchi governanti nelle città d'Italia alimentava nella mente e

nel cuore di molti poeti, scrittori, filosofi e studenti, il desiderio di liberare la Patria dalla tirannide straniera. Questi patrioti non potevano riunirsi apertamente, perchè era vietato; non potevano manifestare il proprio pensiero a mezzo della stampa, perchè i giornali venivano sequestrati; gli autori di articoli ingegnanti all'Italia libera venivano impiccati. La parola Italia era considerata delitto; della Rivoluzione Francese e di Napoleone non si poteva parlare.

Gli Italiani furono costretti a parlare della loro Santa Causa come un giorno i primi Cristiani parlarono di Gesù. Fra le sette segrete, prevalse, per numero e per senso pratico, quella dei Carbonari. Si chiamava così perchè i soci si fingevano venditori di carbone.

La Carboneria si distingueva dalle altre società, perchè si proponeva lo scopo di ottenere la redenzione della Patria per mezzo del principato e di conseguire contemporaneamente un rinnovamento politico e religioso.

I PRIMI MOTI RIVOLUZIONARI

Per ben comprenderne lo sviluppo, è necessario chiarire il concetto della parola « Costituzione ».

Per Costituzione o Carta, devesi intendere la legge fondamentale che regola la vita dei cittadini e dello Stato, ossia i diritti e i doveri del cittadino. Il popolo, col chiedere la Costituzione, intendeva non più obbedire alla volontà di uno solo: fosse Re, Principe o Duca, ma desiderava, a mezzo di appositi rappresentanti (Deputati), di prendere parte attiva al governo, godere una maggior libertà ed avere i domicili difesi e protetti da qualsiasi forma di arbitrio.

Dall'Esercito napoletano partì la prima iniziativa di ribellione: uno squadrone di cavalleria al comando di due Ufficiali, Morelli e Silvati, inalberato il vessillo della Carboneria, fece insorgere la popolazione di Nola e di Avellino.

Il movimento in quattro giorni si estese per tutto il reame. Re Ferdinando fu costretto a dare la Costituzione e la giurò solennemente, con l'intento però di non mantenerla; infatti chiamò in aiuto le armi austriache, e nel marzo del 1821, soffocò ogni libertà. La rivoluzione Napoletana ebbe le sue ripercussioni nel Piemonte ed in Sicilia. Nel Piemonte Vittorio Emanuele I pre-

ferì allo spergiuro la rinunzia al trono, ed abdicò in favore del fratello Carlo Felice che in quel tempo si trovava lontano dal Piemonte. La reggenza, per alcuni giorni, fu tenuta da Carlo Alberto (del ramo di Savoia Carignano), di sentimenti liberali, il quale si vide nella impossibilità di negare la costituzione. Infatti, non potendo contenere l'agitazione popolare suscitata dalla sedizione militare, Carlo Alberto emanò un proclama con il quale decretava la promulgazione della Costituzione. Ma Carlo Felice si mostrò fieramente avverso e, da Modena, dichiarò nullo il decreto del Reggente, per cui anche il Piemonte ricadde nell'assolutismo.

Non minor fortuna ebbero i moti siciliani. I siciliani, oltre a chiedere la costituzione, domandarono anche l'indipendenza dell'isola dal continente. Non ascoltati insorsero e scacciarono le truppe regie. Ma breve fu il loro trionfo. Un esercito, comandato prima da Florestano Pepe e poi da Coletta, riprese l'isola colle armi e la costrinse a rimanere provincia del Regno di Napoli.

La Rivoluzione di Francia, che avvenne nel luglio del 1830 e che fece capitolare la Casa Borbone portando al trono Luigi Filippo d'Orléans, diede un nuovo impulso alla lotta ingaggiata dai patrioti italiani, specialmente nell'Italia Centrale, ove scoppiarono delle insurrezioni, ma anche questa volta con poco lieto successo. La Romagna fu il centro principale di queste sommosse. Anche a Modena si ebbero moti rivoluzionari per i quali Ciro Menotti pagò con la vita l'ardire di essersi messo a capo del movimento.

Questi falliti tentativi, anzichè spingere i liberali all'unione, li tenevano tra loro divisi; nessuno ancora si rendeva conto che il fallimento di questi moti stava proprio nella mancanza di unione e nel fatto che ogni città agiva per proprio conto senza giustamente considerare che solo un movimento generale, che partisse dal popolo, poteva liberare l'Italia dal giogo straniero. Non vi era accordo fra le varie società, fra i vari gruppi. La molteplicità degli Stati doveva essere sostituita dall'unità nazionale. Ed a questa idea consacrò la sua anima grandissima Giuseppe Mazzini.

LE GUERRE D'INDIPENDENZA

Nel seguente decennio parve che fosse giunta finalmente l'ora del trionfo; l'Italia cominciava a fare da sè, senza più prendere esempi da altre Nazioni e senza organizzare movimenti isolati in questa o in quella parte della penisola, ma era tutto il popolo che attraverso la « Giovane Italia » si faceva sentire.

Anche la Chiesa sembrava che volesse parteggiare per la causa italiana. Infatti un indicibile entusiasmo destò nell'animo di tutti l'elezione a Pontefice di Pio IX. L'esempio delle riforme liberali, dato da questo Papa, si propagò presto a tutto il resto della penisola. Anche Ferdinando II di Napoli concesse la Costituzione. Alle libertà interne si aggiunse ben presto il grido della indipendenza, il grido di guerra contro l'Austria. Si ebbe così la prima guerra d'indipendenza condotta da Carlo Alberto, il quale accettò il patriottico invito rivoltogli dai milanesi.

Carlo Alberto scese in campo senza condizioni, col solo sentimento di compiere la grande impresa dell'italica indipendenza. La Toscana, Napoli ed altri Stati mandarono milizie auxiliarie in Lombardia.

Il Papa stesso mandò colonne di volontari.

I primi fatti d'arme furono vittoriosi per gli Italiani: Goito e Pastrengo, sono i nomi che ci ricordano le nostre prime due vittorie.

Milano, lottando per cinque giorni contro l'Austria, si era liberata dall'oppressione austriaca, con le sue famose cinque giornate di lotta.

Venezia pure si era sottratta al duro dominio straniero. La guerra, cominciata felicemente, finì però con la sconfitta di Novara. Venezia e Roma mostraronon al mondo che « *l'antico valore non era ancor morto* » ma, benchè scintillanti di gloria, caddero anch'esse; d'altra parte i Principi si affrettarono a togliere le libertà concesse. Si ritornò all'assolutismo. Solo la Casa Savoia tenne fede alla costituzione, ed il Piemonte rimase l'asilo delle speranze d'Italia, il focolare della nuova vita italiana.

Gli occhi degli italiani, dalle Alpi alla Sicilia, erano fissi sul Piemonte, aspettando che di là venisse il segnale della riscossa.

Vittorio Emanuele II, chiamato sarcasticamente dai Principi asserviti all'Austria: « Re Giacobino », dal giorno della sua

ascesa al trono non ebbe che un pensiero: sanare le ferite aperte nel suo regno dalla infelice campagna del 1849. Egli dichiarava, in una memorabile seduta del Parlamento, che pur rispettando i trattati, non era insensibile al grido di dolore che si levava da tante parti d'Italia. Si preannunziava così la seconda guerra di indipendenza contro l'Austria.

Seguito dal plauso di tutta la penisola, rappresentata da una legione di volontari: i Cacciatori delle Alpi, di cui era a capo Giuseppe Garibaldi, il Piemonte dichiarò guerra all'Austria. I francesi, che avevano promesso e dato il loro aiuto, nel momento più decisivo della lotta, vennero meno agli impegni e quel po' di aiuto che dettero, lo fecero pagare a caro prezzo.

L'Austria battuta, da una parte a Varese ed a S. Fermo, dall'altra a Montebello, a Palestro, a Magenta, a Solferino e a San Martino, dovette cedere la Lombardia.

Questa cessione segnò il principio del movimento di unione al Piemonte delle diverse regioni e provincie d'Italia.

In breve tempo, fra il 1859 e il 1860, i vari popoli della penisola, con plebisciti, si unirono, sotto il regno di Vittorio Emanuele II, figlio di Carlo Alberto, per costituire l'unità della Patria. È il periodo della saggia politica di Cavour. Restavano ancora fuori del nuovo regno il Lazio ed il Veneto. Nel 1866, il Veneto, con la terza guerra d'indipendenza, passò all'Italia e nel 1870 il Lazio.

Con l'acquisto del Lazio l'Italia riotteneva finalmente la sua capitale naturale e storica: Roma.

IL REGNO D'ITALIA

Il regno d'Italia, con capitale Roma, cominciò la sua vita nel 1870. Il piccolo regno, nato da una terribile lotta combattuta con tutti i mezzi ed in tutti i campi, ben presto si affermò nel complesso delle grandi Potenze Europee. Due millenni di gloria, di civiltà e di arte costituivano la tradizione del nuovo regno unito, che, consci dell'alta sua missione, cominciò subito la sua opera di ascesa e di civiltà.

Nel 1882 il regno d'Italia iniziò la sua espansione in Africa. Ebbe inizio la prima guerra d'Africa che sfortunatamente non dette quel risultato che era nei voti di tutti gli italiani.

Nel 1911 l'Italia portò il suo tricolore in Libia; vennero occupate la Tripolitania e la Cirenaica, oggi teatro di importanti e gloriosi avvenimenti militari.

Nel 1915 l'Italia, sempre in attesa di raggiungere la sua completa unità, partecipò alla Grande Guerra Europea riportando la più luminosa vittoria. Trento e Trieste vennero aggiunte alle altre città d'Italia.

Dalla vittoria però l'Italia, a causa dei suoi alleati, trasse ben pochi vantaggi; e ciò venne segnato nel registro della storia.

Alla guerra seguì un triste periodo di lotte interne. Partiti rinnegatori di ogni sano principio, cercarono di svalutare la vittoria, di guastare le masse e d'imporre idee utopistiche e distruttive di tutti i valori umani e sociali.

Ma il popolo italiano seppe resistere e nel Fascismo e nel suo Duce trovò la salvezza.

Si arrivò così alla Marcia su Roma, compiuta dalle Legioni di Camicie Nere, il 28 Ottobre 1922.

Ciò che ha fatto il Regime Fascista, dal 1922 ad oggi, è impresso nella mente e nel cuore di tutti.

Nel 1935 la campagna Etiopica, combattuta duramente per sette mesi dalle armate Fasciste, ha vendicato la prima guerra d'Africa ed ha dato all'Italia l'Impero.

Oggi, dopo un periodo serrato e continuo di guerre (dal 1911 al 1936: 25 anni, 4 guerre), l'Italia è nuovamente impegnata a fondo in una guerra che eliminerà tutte le ingiustizie, e darà alla nostra Patria il suo mare ed il suo posto direttivo nel mondo.

NOZIONI DI GEOGRAFIA

PREMESSA E DEFINIZIONI

Il nostro pianeta, comunemente denominato: LA TERRA, è un astro vagante nei cieli, di forma sferica. Esso è coperto, per circa tre quarti della sua superficie, dalle acque degli oceani e dei mari; nella parte rimanente, emerge la terraferma, con le sue pianure, colline e montagne, talvolta aride e selvagge, tal'altra armoniose e piene di vita.

Il mare bagna ed abbellisce le sue spiagge, mentre i laghi ed i fiumi ne disegnano ed adornano il paesaggio che la vegetazione riveste con un manto smagliante e fiorito.

La Terra è la casa meravigliosa che il Creatore, sommo architetto, ha costruito per il genere umano.

La Geografia è la scienza che studia la conformazione superficiale della Terra e le sue caratteristiche generali, nonchè la distribuzione degli esseri viventi: animali e vegetali, e le rispettive forme di vita.

Chiamasi invece Astronomia la scienza che tratta delle caratteristiche e del movimento degli astri.

Mentre la prima si occupa particolarmente del nostro pianeta, la seconda dischiude all'uomo i mirabili misteri dell'Universo.

La Geografia, a seconda dell'argomento trattato, si divide nelle tre seguenti parti principali.

GEOGRAFIA FISICA, che tratta delle caratteristiche fisiche e della configurazione delle montagne (orografia) e dei mari e fiumi (oceanografia e idrografia).

GEOGRAFIA POLITICA, che tratta della popolazione umana e della sua suddivisione in forme etniche e politiche.

GEOGRAFIA BIOLOGICA, che osserva e studia le altre forme viventi animali e vegetali.

LA TERRA E L'UNIVERSO

L'Universo meraviglioso e le leggi imperscrutabili che lo governano, hanno attratto in ogni tempo l'ammirata attenzione dei filosofi e degli ingegni umani più grandi.

Consiste l'universo in uno spazio infinito, vuoto di ogni materia sensibile e perciò privo di ogni forma di vita. Si muovono da millenni in questa infinità, che la mente umana non può abbracciare, delle enormi sfere di materia incandescente (stelle) e di materia raffreddata e consolidata (pianeti e satelliti).

Tale è l'infinità dello spazio, che le stelle ed i pianeti, nonostante la loro enorme grandezza e la velocità vertiginosa del loro moto, non si incontrano mai. Se un pianeta dovesse incontrarsi con una stella, la vita su di esso si spegnerebbe e l'intera sua massa, incorporata in quellastellare, diventerebbe, essa pure, incandescente.

La legge fondamentale che governa il moto di tutti i corpi celesti, è quella detta dell'attrazione o gravitazione universale, scoperta dall'insigne matematico Newton: *tutti i corpi dell'universo si attirano fra loro, con forza proporzionale alla loro massa ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.*

Ubbidienti a questa legge, tutti i corpi celesti fra loro attratti da forze incommensurabili, si cercano e si inseguono — e qui sta il paradosso dell'astronomia — senza raggiungersi mai, perchè a fronte della forza che li attira, sta la forza centrifuga, dovuta alla velocità della loro massa enorme, che li allontana.

Perciò, satelliti, pianeti, stelle e sistemi o gruppi stellari, descrivono nello spazio sidereo delle traiettorie od orbite che, nel sistema solare, hanno forma di elissi.

Come infinito è lo spazio sidereo, così infinito è il numero delle stelle, perchè i moderni telescopi, scrutando il cielo, aumentano quotidianamente il numero delle stelle conosciute.

Esse vengono suddivise a seconda della loro apparente grandezza, e, mentre l'occhio umano, sensibile alla visione delle

stelle fino alla sesta grandezza, ne può contare nel cielo stellato 6000 circa, la fotografia e gli strumenti ottici più moderni, ne hanno scoperte oltre 4 miliardi.

Il sole pertanto, che alla terra dà luce, calore e vita, e che è della terra enormemente più grande: 109 volte in diametro e un milione e 295 volte in volume, nella innumere famiglia stellare sparisce. Dagli astronomi esso viene classificato fra le stelle *nane* e ben poco misura rispetto alle *giganti*, quali Betelgeuse, Arturo e Canópo; quest'ultima, che è la maggiore stella conosciuta, è tre milioni di volte più grande del sole.

A rendere meglio il concetto della grandiosità dell'Universo, basta fermare la nostra mente sulla meraviglia astronomica offerta dalle due piccole nubi di Magellano, nell'emisfero australe.

Esse al pari della Via Lattea, a tutti ben nota, si presentano al telescopio come un ammasso di stelle; in una sola nebulosa della nube maggiore che ne conta centinaia, le lastre fotografiche mostrano un'agglomerazione di oltre 300 mila soli, e nella più piccola, 280 mila soli sono stati finora numerati.

Il panorama che l'astronomia ha rivelato all'uomo induce rispetto e stupore anche alla mente più incolta.

Che immensità! L'atomo minutissimo, non percettibile nemmeno con i microscopi più potenti, sta alla terra, nelle medesime proporzioni in cui questa sta alla via Lattea meravigliosa, mentre la proporzione non regge più fra la Via Lattea e l'intero universo.

SISTEMA PLANETARIO SOLARE

Intorno al sole, come probabilmente intorno alla maggior parte delle stelle, ruotano dei corpi celesti formati da materia cosmica ormai raffreddata e consistente, che vengono chiamati pianeti.

I pianeti del sistema solare sono i nove seguenti, che vengono nominati seguendo l'ordine della loro distanza dal sole, ed indicando per ognuno il nome dei pianeti più piccoli o satelliti, che ruotano attorno ad essi.

MERCURIO. — Corrisponde a circa un ventesimo della massa terrestre; è visibile ad occhio nudo e non ha satelliti.

VENERE. — Simile alla terra; non ha satelliti. Per la sua vicinanza al sole brilla di luce vivissima.

TERRA. — Dista dal sole da 149 a 150 milioni di km., a seconda che, nel suo moto di rotazione intorno al sole, venga a trovarsi nel punto più vicino: perielio, od in quello più lontano: afelio. Ha un satellite: la Luna.

MARTE. — Per le sue condizioni fisiche, è il pianeta più somigliante alla terra. L'astronomo italiano Schiaparelli, studiandolo minutamente, ha tracciato una carta geografica del pianeta. Ha due satelliti piccoli e, nel loro moto di rotazione intorno al pianeta, velocissimi: Deimo e Fobo.

Deimo rallegra i Marziali, girando per ben tre volte ogni giorno intorno al pianeta, a soli 9.500 km. di distanza.

GIOVE. — È il gigante dei pianeti, avendo una massa doppia di tutti gli altri presi insieme. Ha sette satelliti di cui quattro di dimensioni notevoli: Io, Europa, Ganimede e Callisto.

L'anno di Giove dura come 12 dei nostri, il giorno vi è invece brevissimo: circa 5 ore; la notte è di pari brevità.

Data l'enorme massa del pianeta, per la legge di Newton, un uomo che sulla terra pesa 80 Kg., là ne peserebbe circa 200.

SATURNO. — Presenta la meraviglia di un grande anello che intieramente lo abbraccia.

Ha dieci satelliti: Mimas, Encefalo, Reti, Dione, Rea, Titano, Iperione, Giapeto, Febe, e Temi.

Di essi Titano è grande poco meno della Terra.

URANO. — Ha quattro satelliti: Ariel, Umbriel, Titania e Oberon.

NETTUNO. — Venne scoperto da Le Verrier con una semplice calcolazione matematica. Ha un volume pari a circa 78 volte quello della terra ed un anno pari a 165 dei nostri. Ha un solo satellite.

PLUTONE. — Venne scoperto nel 1930. È il pianeta più lontano dal sole e quindi il più freddo ed il più buio. Gli abitanti di Plutone lo vedrebbero poco più grande di una stella.

ASTEROIDI. — Nella larga fascia di cielo che corre fra Marte e Giove, si muovono oltre 600 piccoli pianeti, detti anche planetoidi. Essi, a ragione, sono stati chiamati i monelli del sistema solare, perchè, usando le parole del cardinale Maffi: con

le loro orbite più disparate, per eccentricità e per inclinazione, hanno l'aria davvero di volersi scapricciare, scorazzando per ogni angolo di casa.

Sono abitati i pianeti del sole e quelli delle altre stelle? È questa una domanda che ha assillato la fantasia dei romanzierei e l'ingegno dei pensatori.

La grandiosità immensa del creato induce a rispondere affermativamente. La scienza, forse in avvenire, darà al riguardo la sua risposta sicura.

LA LUNA

La Luna, satellite della Terra, ne è distante 384.000 Km. Essa è assai più piccola della Terra; il suo diametro infatti è circa un quarto di quello del nostro pianeta. La Luna compie, come la Terra, due movimenti: uno di rotazione intorno a sé stessa e uno di rivoluzione intorno alla Terra. Il fatto che essa ci presenta sempre la stessa faccia, dipende dalla eguale durata dei due moti, che è di circa 29 giorni e mezzo. Oltre ai due movimenti anzidetti, la Luna, insieme alla Terra, ne compie un terzo di traslazione intorno al Sole. In conseguenza di esso, la Luna si presenta a noi, ora con tutto il suo emisfero illuminato (Luna piena), ora illuminata solamente in parte, (primo ed ultimo quarto) e ora con il suo emisfero completamente in ombra (Luna nuova); in quest'ultimo caso naturalmente, essa non è visibile ai nostri occhi.

Distinguiamo perciò quattro fasi lunari: il novilunio, il primo quarto, il plenilunio e l'ultimo quarto.

La Luna esercita sulla terra una notevole influenza. Le maree, che consistono in un innalzamento del livello del mare, dipendono appunto dall'attrazione lunare, e perciò sono strettamente connesse al corso della Luna, e ne rappresentano uno degli effetti più evidenti.

FORMA E MOVIMENTI DELLA TERRA

La Terra non è completamente rotonda, ma si può definire uno sferoide, ossia un solido di forma sferoidale, schiacciato superiormente ed inferiormente, in corrispondenza ai così detti Poli: Polo Artico a Nord, Polo Antartico a Sud.

Il diametro della terra passante per i poli, si chiama *asse terrestre*, ed ha la lunghezza di Km. 12.712. Il diametro perpendicolare all'asse terrestre, dato lo schiacciamento polare, della terra, è di lunghezza maggiore, e misura Km. 12.754.

La circonferenza della sfera terrestre, misurata nel punto in cui essa è maggiore, si chiama *equatore*; diconsi *meridiani* le circonferenze normali all'equatore e passanti per i due poli; chiamansi infine *parallelî*, le circonferenze, via via decrescenti, tracciate sulla sfera terrestre, parallelamente all'equatore. Queste suddivisioni giovano moltissimo alla rappresentazione geografica della terra, e consentono di individuare con due numeri che esprimono la latitudine (distanza dall'equatore) e la longitudine (distanza dal meridiano di Greenwich), l'ubicazione di ciascun punto della superficie terrestre.

Questo sistema di individuazione, con due numeri, di un qualsiasi punto della terra, ha permesso, mediante la grande scoperta dell'italiano Marconi, il salvataggio di parecchie navi e di moltissime vite umane.

La terra compie quotidianamente un movimento di rotazione intorno all'asse terrestre; grazie a questo movimento la terra viene esposta ai raggi del sole, in tutti i punti della sua superficie, nel volgere di 24 ore.

La terra seguendo una traiettoria elittica, detta *orbita*, compie un altro movimento di *rivoluzione* intorno al sole. Il movimento di rivoluzione intorno al sole viene compiuto nel volgere di un anno solare, che ha la durata di 365 giorni e 6 ore circa; sicchè ogni quattro anni di 365 giorni, ricorre un anno, detto bisestile, con 366 giorni.

CLIMA E TEMPERATURA

La temperatura, vale a dire il grado di calore dell'aria, indicato dal termometro, varia da luogo a luogo a seconda specialmente: della latitudine e cioè della sua distanza dall'equatore, dell'altitudine e cioè dell'elevazione del luogo rispetto al livello del mare, e delle precipitazioni atmosferiche: pioggia, neve e grandine.

Chiamasi clima di un dato paese, il complesso delle condizioni atmosferiche generali del posto, con riguardo, sia alla

temperatura, che alle precipitazioni ed ai venti dominanti, ovvero sia più comuni in quel paese.

Il clima di una località è naturalmente tanto più freddo, quanto più la località è discosta dall'equatore.

La zona terrestre prossima all'equatore ha un clima equatoriale o torrido; la zona a latitudine intermedia, che generalmente è la più abitata, dicesi a clima temperato; infine la zona prossima ai poli, dicesi a clima glaciale. Oltre alla suddivisione accennata, il clima si distingue in marittimo e continentale. Il primo è comune alle zone costiere ed il secondo ai paesi discosti dal mare.

Mentre il clima marittimo ha per sua principale caratteristica la costanza della temperatura e le copiose precipitazioni atmosferiche, il clima continentale presenta notevoli variazioni di temperatura, nel corso, sia della giornata che dell'anno.

FLORA E FAUNA

La Flora (vegetazione del globo terrestre) e la Fauna (complesso degli animali che popolano la terra), sono strettamente connesse alle condizioni climatiche delle varie zone terrestri.

Risalendo dall'equatore al polo, generalmente le diverse forme di vegetazione si presentano nell'ordine seguente:

- 1) FORESTA equatoriale, foltissima di alberi.
 - 2) SAVANA, con erbe alte ed alberi sparsi.
 - 3) DESERTO, sabbioso ed assolutamente privo di acqua e di vegetazione, eccezione fatta per alcune rare località dette oasi.
 - 4) STEPPA, PRATERIA o PAMPA, con pascoli più o meno rigogliosi.
 - 5) FORESTA della zona a clima temperato.
 - 6) TUNDRA, caratteristica delle zone nordiche, in cui vegetano prevalentemente i muschi e i licheni.
- Corrisponde alla particolare vegetazione, la distribuzione degli animali, in quanto che ciascuna specie animale prospera nelle condizioni d'ambiente che meglio si adattano alle sue caratteristiche fisiologiche. Nella foresta equatoriale troviamo elefanti, serpenti, coccodrilli e scimmie. Nella savana: giraffe, gazzelle ecc. Nella steppa: cavalli, cammelli, antilopi, iene ecc.

Nelle zone temperate: lupi, orsi, cinghiali e svariatissime specie di uccelli e di animali domestici. Nella tundra infine: animali da pelliccia, come la volpe azzurra e l'ermellino, e inoltre renne, foche e pinguini.

Anche i pesci, a seconda delle loro particolari esigenze biologiche, sono variamente distribuiti dai mari caldi agli oceani glaciali.

POPOLAZIONE RAZZE E RELIGIONI

La terra ha una popolazione approssimativa di 2.135 milioni, di cui circa 518 nell'Europa, 1189 nell'Asia, 264 nelle Americhe, 154 nell'Africa e 10 nell'Oceania.

La popolazione è naturalmente più densa nelle zone temperate ed in quelle che offrono una maggior ricchezza del suolo.

Le razze principali in cui l'umanità viene suddivisa sono cinque:

1° — La razza bianca comprende:	1095 milioni di uomini.
2° — La razza gialla o mongolica:	730 » »
3° — La razza negra o africana:	135 » »
4° — La razza olivastra o malese:	90 » »
5° — La razza rossa o americana:	56 » »

Le religioni umane sono moltissime, ma possono riunirsi in tre grandi gruppi.

1. — RELIGIONI MONOTEISTICHE, comuni ai popoli di razza bianca più progrediti, che credono in un Dio solo. Fra queste abbiamo il Cristianesimo, che è la religione di gran lunga più importante e diffusa, il Giudaismo ed il Maomettanesimo.

2. — RELIGIONI POLITEISTICHE, diffuse nell'Asia Orientale. Con esse i popoli adorano molti Dei, assegnando ad ognuno speciali poteri e prerogative. Ricordiamo il Bramanesimo nell'India e il Buddismo nella Cina.

3. — RELIGIONI FETICISTE, comuni ai popoli selvaggi dell'Australia e dell'Oceania, che elevano alla dignità divina ed adorano un animale od un oggetto qualsiasi.

Naturalmente, a seconda dei vari popoli, le religioni presentano speciali e notevoli diversità. Unico è il desiderio dell'uomo di riconoscere ed adorare la Divinità; molte sono le forme e le manifestazioni di questa adorazione.

CONFIGURAZIONE DELLA TERRA

La superficie complessiva della terra è di 510 milioni di Kmq.; di essi 361 milioni sono coperti dall'acqua degli oceani, dei mari e dei laghi, e gli altri 149 milioni rappresentano la superficie terrestre emersa o terraferma.

La parte di terra emersa si divide in cinque parti principali o continenti.

Europa	superficie	Kmq.	9.300.000
Asia	»	»	41.310.000
Americhe	»	»	37.750.000
Africa	»	»	29.180.000
Australia ed Oceania	»	»	7.660.000

Ai continenti accennati devesi aggiungere la superficie terrestre che circonda e comprende il Polo Sud, chiamata Antartide, che misura Kmq. 13.987.000, ed inoltre la superficie insulare di circa 10 milioni di Km. quadrati.

ISOLE E PENISOLE

Chiamasi *isola* una porzione di terraferma completamente circondata dalle acque. Un gruppo di isole si chiama *arcipelago*. Allorchè una zona di terraferma si protende in gran parte nel mare, prende il nome di *penisola*.

Dicesi *itsmo* la striscia di terra che unisce un'isola ad un continente, oppure collega fra loro due ampie zone terrestri.

Le isole più importanti della terra sono: La Groenlandia sita a nord dell'America che misura Kmq. 2.170.000; la Nuova Guinea che misura 785.000 Kmq. e l'isola di Borneo con 734.000 Km. quadrati.

Le penisole maggiori sono: l'Arabia che misura 2 milioni 730.000 Kmq., l'India anteriore con 2.088.000 Kmq. ed il Labrador con 1.300.000 chilometri quadrati.

La penisola italiana misura Kmq. 138.000.

OROGRAFIA

L'orografia studia e descrive i rilievi della superficie terrestre.

La parte di terra emersa, può presentarsi piana oppure diversamente rilevata.

La parte piana, generalmente situata al livello del mare, chiamasi pianura.

Allorchè invece il piano è notevolmente più elevato della superficie marina, prende il nome di altopiano.

La parte terrestre rilevata chiamasi collina, quando il rilievo presenta pendenze dolci ed un'altitudine media non superiore a 500 metri.

I monti o montagne, hanno invece un'elevazione maggiore e si presentano selvaggi e scoscesi.

Generalmente le montagne si uniscono in gruppi, talora imponenti, che spesso hanno la forma di una catena.

Il gruppo di montagne più noto è quello imponente della Himalaia, nell'Asia meridionale, che comprende il monte più alto della terra: l'Everest m. 8882.

Pure importante è la catena delle Ande nell'America del Sud con il monte di Anconcagua, alto m. 7035.

In Europa sono notissime: le catene degli Urali che separano l'Europa dall'Asia; dei Pirenei; dei Carpazi e soprattutto delle Alpi, che comprendono il monte più alto dell'Europa: Monte Bianco m. 4807.

IDROGRAFIA

Tratta degli oceani, dei mari ed in genere di tutte le acque che bagnano la terra. L'acqua che copre oltre due terzi della superficie terrestre, presenta nei riguardi della vita umana, una grande importanza.

Essa infatti, oltre a produrre l'umidità atmosferica, modifica ed attenua il clima dei paesi vicini, porta all'uomo l'alimento delle sue grandi risorse ittiche, ed infine favorisce il commercio e le comunicazioni fra i popoli.

La quasi totalità delle acque terrestri è raccolta in tre grandi Oceani: Pacifico che si stende immenso con i suoi 180 milioni di Kmq., fra l'Asia e le Americhe; Atlantico che divide le Americhe dall'Africa e dall'Europa, con quasi 106 milioni di Kmq. e l'Oceano Indiano, a sud delle Indie, che misura 75 milioni di chilometri quadrati.

Degno di nota è anche l'Oceano Glaciale Artico, che copre il Polo Nord della terra.

Numerosissimi sono i mari, e cioè gli specchi d'acqua più limitati, che bagnano la terra. In Europa se ne hanno quattro

assai noti: il Mare Mediterraneo, il Mare del Nord, il Mar Nero ed il Mar Caspio.

I laghi sono ancora più numerosi dei mari: se ne hanno di grandi, di medi, di piccoli e di piccolissimi. Il maggiore di tutti è il Lago Superiore nell'America del Nord, che misura 83.300 Kmq.; segue il Lago Victoria in Africa. Degli europei il più importante è quello di Ladoga. Il lago di Garda misura solamente 370 Kmq.

Scorrendo sulla superficie terrestre, le acque — sia di sorgente che piovane, oppure dovute alla fusione dei ghiacci e delle nevi — formano dei corsi d'acqua che, a seconda della loro grandezza, prendono il nome di fiumi, torrenti e ruscelli.

Caratteristica dei torrenti è il regime incostante; essi infatti sono soggetti a improvvise ed impetuose piene e a lunghi periodi di magra; i fiumi invece hanno un regime più costante, perchè sono alimentati da bacini più estesi ed a carattere monotuoso.

Caratteristiche principali dei fiumi sono la lunghezza e la portata, e cioè il numero dei metri cubi d'acqua al minuto secondo portati al mare o nell'oceano.

Il fiume più lungo del mondo è il Mississipi con il suo affluente Missouri, nell'America del Nord, che misura ben 6730 Km., pari a quasi sette volte la complessiva lunghezza della penisola italiana.

Seguono il Nilo con il suo affluente Kaghera ed il Rio delle Amazzoni con il suo affluente Ucayali. Quest'ultimo è il fiume che ha la maggiore portata d'acqua.

Il Po, che è il più importante dei fiumi d'Italia, ha una lunghezza di 652 Km.

ITALIA E COLONIE

GENERALITÀ E CLIMA

La necessaria brevità di questa esposizione, non consente di parlare diffusamente dei vari continenti e delle Nazioni o Stati più importanti di ciascuno di essi.

Ci limiteremo pertanto a fornire qualche più dettagliata notizia dell'Italia che fra tutte le Nazioni del mondo, per la

varietà e bellezza del suo paesaggio e delle sue città, può giustamente essere considerata come la più bella.

L'Italia è una delle tre penisole che si bagnano nel Mediterraneo: Italica, Iberica, e Balcanica. Essa gode della condizione privilegiata di avere dei confini naturali chiaramente distinti e di essere inoltre in una posizione che si può dire di racordo tra l'Europa e l'Africa, o meglio fra l'Europa e l'Oriente. Basta ripensare al corso della storia per rendersi conto delle importantissime funzioni civilizzatrici che questa posizione le ha assegnato.

L'Italia confina a nord con la Svizzera e la Germania, ad ovest con la Francia e ad est con la Croazia.

La superficie complessiva dell'Italia prima delle recenti annessioni, era di Km^q. 310.000 e la popolazione rispettiva, sommava, secondo il censimento dell'anno 1936, a 42.993.602 abitanti.

Successivamente, a seguito delle nuove annessioni e del normale incremento di popolazione, vennero superati i 45 milioni di abitanti.

In generale il clima d'Italia è mite, perchè essa, circondata dal mare, ne risente il benefico influsso: inoltre le Alpi la riparano a nord dai venti freddi che attraversano l'Europa.

Nelle regioni più elevate abbiamo il così detto clima alpino.

Il litorale ligure e tirrenico, come pure l'interno della Toscana, del Lazio e della Campania, godono la mitezza del clima mediterraneo; simile ad esso è il clima del litorale adriatico.

Il clima invece della pianura padana, ha caratteristiche continentali, con inverni rigidi e nebbiosi ed estati molto calde.

Alle varie forme di clima corrispondono le diverse varietà della vegetazione. Nella Valle Padana crescono la vite, il frumento, il gelso, il riso, il granoturco, la barbabietola da zucchero, la canapa e gli ortaggi. In Liguria abbiamo l'olivo, molte piante sempreverdi e fiori in grande quantità. Nelle foreste alpine ed appenniniche predominano i castagni, i pini e le quercie. Nell'Italia meridionale infine, si hanno oliveti ed importanti piantagioni di agrumi.

Nei riguardi della fauna, si trovano in Italia tutte le specie di animali domestici esistenti nel continente europeo, ed inoltre alcuni orsi, lupi ed altri animali selvaggi.

CARTA GEOGRAFICA D'ITALIA



SCALA 1:11.000.000
1 cm. = 110 chilometri

FIG. 1

MARI, LAGHI E FIUMI

I contorni della penisola italiana, sono bagnati dal mar Ligure, dal mar Tirreno, dal mare Jonio e dal mare Adriatico.

Il mar Ligure dalla foce del Varo, giunge al Promontorio di Piombino e bagna la Liguria e la Toscana settentrionale.

Lungo le sue sponde vi sono i porti assai importanti di Genova, Savona, La Spezia e Livorno.

Il mar Tirreno si estende dal Promontorio di Piombino allo stretto di Messina; i suoi porti principali sono: Civitavecchia, Napoli, Gaeta, Salerno, Policastro e S. Eufemia.

Il mare Jonio circonda tutta la parte meridionale della penisola. Il suo porto più importante è quello di Taranto che, essendo ben riparato in fondo dal Golfo omonimo, rappresenta un'ottima base per la nostra marina da guerra.

L'Adriatico racchiuso fra l'Italia, la Croazia e l'Albania, bagna tutta la sponda orientale della penisola. Comprende i porti notevoli di Trieste, Venezia, Bari, Ancona, Fiume e Zara.

L'Italia è ricca di laghi bellissimi ed assai frequentati dal turismo straniero.

Caratteristici ed importanti sono i cinque laghi della zona prealpina: il Lago di Garda o Benaco; il Lago Maggiore o Verbano; il Lago di Como o Lario; il lago di Lugano o Ceresio ed il Lago d'Iseo o Sebino.

Oltre a questi sono pure assai noti il lago di Varese, il lago d'Orta ed i laghi brianzoli di Pusiano e di Annone, cari al Parini.

Nella penisola vi sono pure: il lago di Bolsena, il Trasimeno, il lago di Bracciano ed altri di origine vulcanica.

I fiumi d'Italia, per effetto della sua configurazione peninsulare, sono in generale brevi ed a carattere torrentizio.

I più importanti sono: il Po che nasce dal Monviso e si versa nell'Adriatico dopo un percorso di 652 Km.; il Tevere lungo 405 Km. che nasce dal monte Fumaiolo e bagna la capitale; l'Arno che nasce dal monte Falterona e, attraversata Firenze, sbocca nel mar Ligure e infine l'Adige che, dopo di aver bagnato le due provincie ridenti di Bolzano e Trento ed attraversato Verona, trova sbocco nell'Adriatico vicino al Po.

Degni di nota sono pure alcuni affluenti del Po, quali: il Ticino, l'Adda, il Mincio e le due Dore.

ISOLE

La regione italiana comprende numerose isole; di esse qualcuna è assai estesa ed importante.

La Sicilia misura 25.708 Km^{q.}; ha forma triangolare e coste in generale alte e frastagliate. Essa è separata dalla penisola per mezzo dello stretto di Messina.

La Sardegna è leggermente più piccola: Km^{q.} 24.090, ed ha la forma di un parallelogramma. Lo stretto di S. Bonifacio la separa dalla Corsica.

Gran parte delle isole minori si trova nel mar Tirreno. Citiamo: l'arcipelago toscano in cui è l'isola d'Elba; il gruppo pontino di fronte al golfo di Gaeta; il gruppo partenopeo, di cui è notissima l'isola di Capri, e le isole Lipari, con Lipari Vulcano e Stromboli, a nord della Sicilia.

Intorno alla Sardegna vi sono numerose isolette; tra queste famosa è Caprera dove nacque e dove oggi riposano le spoglie di Giuseppe Garibaldi.

Nell'Adriatico abbiamo le Treniti, a nord-ovest del Promontorio del Gargano, e le notissime Brioni di fronte a Pola, oltre alle isole italiane di Cherso, Lussino e Lagosta.

Numerose ed importanti altre isole, esistenti lungo la sponda dalmata, sono state annesse di recente al territorio nazionale.

ALPI ED APPENNINI

L'Italia è una regione eminentemente montuosa; possiamo in essa distinguere due grandi sistemi di montagne: le Alpi e gli Appennini. Il sistema alpino, con la sua cerchia imponente, determina i confini settentrionali del Regno; mentre il sistema appenninico, volto da nord a sud, divide la penisola e ne costituisce la spina dorsale.

Dante Alighieri con un detto bellissimo ed assai noto, giustamente chiamò l'Italia « il bel paese che Appennin parte, il mar circonda e l'Alpe ».

Sistema alpino.

Le Alpi si dividono in:

a) OCCIDENTALI: dal passo di Cadibona fino a quello di Ferret. Comprendono il massiccio del Monte Bianco e sono attraversate dagl'importanti valichi del Monginevro, del Moncenisio e del Piccolo S. Bernardo, che conducono in Francia.

b) CENTRALI: dal passo di Ferret a quello di Resia. Comprendono il Monte Rosa, il Cervino, ed il gruppo dell'Adamello. Sono attraversate dai valichi importanti del Gran S. Bernardo, del Sempione, dello Spluga, dello Stelvio e del Tonale. Il valico dello Stelvio: m. 2758, è il più alto di Europa e la galleria ferroviaria del Sempione: m. 19371, è la più lunga del mondo.

c) ORIENTALI: si estendono dal passo di Resia al Carnaro, e comprendono i passi del Brennero e di Dobbiaco per la Germania e quelli di Piedicolle e di Postumia per la nuova provincia di Lubiana.

Sistema Appenninico.

Si divide come le Alpi in diverse parti:

a) APPENNINO SETTENTRIONALE.

b) APPENNINO CENTRALE di cui fa parte il Gruppo del Gran Sasso d'Italia con il Monte Corno, che è la vetta più alta dell'Appennino: m. 2914.

c) APPENNINO MERIDIONALE che comprende la Sila e l'A-spromonte in Calabria.

d) APPENNINO SICULO che comprende, oltre all'Etna, i monti Nebrodi, i Peloritani e le Madonie.

PROVINCIE E REGIONI D'ITALIA

Comprendendo le nuove terre metropolitane della Libia, la provincia di Lubiana e le due provincie dalmate, recentemente ammesse a far parte del Regno, le provincie d'Italia sono 101 e le regioni d'Italia 20.

Diamo qui di seguito, per ciascuna regione, i dati di maggior rilievo, che interessano le rispettive provincie, con riferimento, per la popolazione, all'ultimo censimento ufficiale dell'anno 1936:

PROVINCE	N.º DEI COMUNI	SUPERF. kmq.	POPOLAZIONE	
			CAPOLUOGO	PROVINCIA
Alessandria	165	3.564.63	81.611	493.698
Aosta	107	4.759.46	25.649	227.500
Asti	105	1.512.01	49.971	245.764
Cuneo	205	7.434.89	36.687	608.912
Novara	142	3.607.56	64.819	395.730
Torino	181	5.480.86	673.010	1.168.384
Vercelli	165	2.997.10	39.915	366.146
PIEMONTE		1070	29.356.51	3.506.134
Bergamo	218	2.758.92	89.987	605.810
Brescia	171	4.749.12	128.374	744.571
Como	210	2.066.89	57.818	501.752
Cremona	110	1.756.67	67.855	369.483
Mantova	70	2.339.42	41.355	407.977
Milano	246	2.761.38	1.193.311	2.175.838
Pavia	180	2.964.01	53.835	492.096
Sondrio	79	3.198.11	12.262	142.919
Varese	116	1.196.69	46.982	395.896
LOMBARDIA		1400	23.791.21	5.836.342
Genova	66	1.812.56	653.602	867.162
Imperia	53	1.182.61	29.474	158.565
La Spezia	32	894.24	112.323	222.080
Savona	68	1.546.11	67.873	219.108
LIGURIA		219	5.435.52	1.466.915
Bolzano	92	7.085.53	55.263	277.720
Trento	127	6.516.59	37.526	391.309
VENEZIA TRIDENTINA		219	13.602.12	669.029
Belluno	69	3.673.61	25.821	216.333
(1) Friuli (Udine)	171	7.162.93	65.814	721.670
Padova	105	2.141.56	144.269	668.025
Rovigo	48	1.804.12	40.981	336.807
Treviso	90	2.476.87	55.210	570.580
Venezia	43	2.455.25	276.192	629.123
Verona	93	3.096.52	157.266	585.893
Vicenza	125	2.722.20	70.045	559.375
VENEZIA EUGANEA		744	25.533.06	4.287.806
Carnaro (Fiume)	13	1.121.29	47.475	109.018
Gorizia	42	2.724.72	47.911	200.152
Istria (Pola)	41	3.718.30	46.944	294.492
Trieste	30	1.278.86	252.674	351.595
Zara	2	110.21	21.372	22.000
VENEZIA GIULIA		128	8.953.38	977.257

(1) A rigore dovrebbe essere inclusa nella Venezia Giulia.

PROVINCE	N.° DEI COMUNI	SUPERF. kmq.	POPOLAZIONE	
			CAPOLUOGO	PROVINCIA
Bologna	61	3.702.33	303.288	714.705
Ferrara	20	2.628.49	122.457	381.299
Forlì	50	2.909.95	68.803	444.528
Modena	46	2.699.95	101.035	467.555
Parma	51	3.457.18	75.541	381.771
Piacenza	47	2.586.12	66.836	294.785
Ravenna	18	1.860.52	81.845	279.127
Reggio Emilia	45	2.291.34	96.582	375.288
EMILIA		338	22.135.88	3.339.058
Apuania	17	1.155.95	108.311	196.716
Arezzo	38	3.201.16	61.490	316.380
Firenze	49	3.878.44	338.630	853.032
Grosseto	24	4.501.15	27.536	185.801
Livorno	19	1.219.92	129.844	249.468
Lucca	35	1.772.45	83.619	352.205
Pisa	38	2.451.01	74.802	341.428
Pistoia	21	954.31	72.951	210.950
Siena	36	3.816.35	49.149	268.459
TOSCANA		277	22.950.74	2.974.439
Ancona	43	1.937.92	91.282	372.229
Ascoli Piceno	72	2.090.47	39.855	303.869
Macerata	57	2.772.71	27.595	290.057
Pesaro Urbino	58	2.893.27	45.959	311.916
MARCHE		230	9.694.37	1.278.071
Perugia	59	6.360.03	84.650	534.359
Terni	30	2.139.70	71.428	191.559
UMBRIA		89	8.499.73	725.918
Frosinone	89	3.329.45	19.198	445.607
Littoria	27	2.057.86	22.138	227.218
Rieti	63	2.748.99	36.005	174.961
Roma	109	5.472.70	1.234.835	1.562.580
Viterbo	59	3.645.54	37.010	236.722
(1) LAZIO		347	17.164.54	2.647.088
Aquila	103	5.033.78	55.409	365.716
Campobasso	127	4.623.53	30.496	399.095
Chieti	99	2.586.87	31.822	374.727
Pescara	42	1.222.91	55.949	211.561
Teramo	45	1.957.78	34.649	249.532
ABRUZZI E MOLISE		416	15.424.87	1.600.631

(1) Non è compresa la Città del Vaticano.

PROVINCE	N.° DEI COMUNI	SUPERF. kmq.	POPOLAZIONE	
			CAPOLUOGO	PROVINCIA
Avellino	114	2.872.51	31.098	451.466
Benevento	90	2.586.12	40.086	349.707
Napoli	137	3.123.22	933.183	2.192.245
Salerno	145	4.923.54	70.670	705.277
CAMPANIA		486	13.505.29	3.698.695
Bari	47	5.128.73	209.187	1.010.907
Brindisi	20	1.837.57	43.854	254.062
Foggia	59	7.112.60	67.022	523.612
Jonio (Taranto)	27	2.436.20	128.748	321.888
Lecce	91	2.759.39	52.033	526.553
PUGLIE		244	19.273.89	2.637.022
Matera	32	3.793.49	23.295	166.776
Potenza	91	6.193.84	26.291	376.486
LUCANIA		123	9.987.33	543.262
Catanzaro	155	5.244.36	46.548	606.364
Cosenza	136	6.645.37	41.650	587.025
Reggio Calabria	88	3.193.59	123.155	578.262
CALABRIA		379	15.083.32	1.771.651
Agrigento	41	3.036.34	33.832	418.265
Caltanissetta	22	2.105.75	50.049	256.687
Catania	53	3.567.48	251.008	713.160
Enna	20	2.561.89	24.184	218.294
Messina	89	3.246.25	198.162	627.093
Palermo	76	4.976.82	439.241	890.752
Ragusa	12	1.507.88	49.864	223.086
Siracusa	19	2.199.40	54.433	277.572
Trapani	20	2.507.10	75.175	375.169
SICILIA		352	25.708.91	4.000.078
Cagliari	118	9.298.62	113.965	507.201
Nuoro	88	7.272.14	12.214	224.643
Sassari	72	7.519.27	58.425	302.362
SARDEGNA		278	24.089.43	1.034.206
PROVINCE EUROPEE		7339	310.190.20	42.993.602
Bengasi	4	152.030.00	65.000	17.551 ²
Derna	5	111.770.00	16.000	5.555 ²
Misurata	7	98.940.00	44.000	2.391 ²
Tripoli	11	191.200.00	106.000	40.790 ²
PROVINCE LIBICHE		27	553.940.00	66.287 ²
REGNO		7366	864.130.20	43.059.889

(2) Solo popolazione nazionale.

REGNO D'ALBANIA

Nell'Aprile 1939, la corona reale di Albania è stata unita a quella d'Italia ed il Re d'Italia e Imperatore di Etiopia ha assunto anche il titolo di Re d'Albania.

Anche l'esercito albanese è incorporato in quello italiano.

L'Albania ha per capitale Tirana (ab. 30.800) e comprende dieci prefetture per una complessiva superficie di Km^q. 27.538.

La sua popolazione, secondo il censimento dell'anno 1930, ammonta a 1.003.097 abitanti.

COLONIE E POSSESSIMENTI

L'Africa Orientale Italiana comprende cinque Governi con una superficie complessiva di 1.725.000 Km^q. ed una popolazione di circa 12 milioni di abitanti, così suddivisa:

	Sup. in kmq.	Popolaz.
ERITREA - Capitale Asmara (ab. 90.000)	231.280	1.500.000
SOMALIA - Capitale Mogadiscio (ab. 58.000)	702.000	1.200.000
AMARA - Capitale Gondar (ab. 23.000)	197.500	1.600.000
SCIOA - Capitale Addis Abeba (ab. 160.000)	65.000	1.800.000
GALLA SIDAMO - Cap. Gimma (ab. 15.000)	322.200	4.300.000
HARAR - Capitale Harar (ab. 27.000)	206.850	1.600.000

L'Africa Orientale Italiana, riunita con la costituzione dell'Impero, è la più grande conquista del Governo Fascista.

Con la laboriosità e prolificità del nostro popolo, essa diverrà in avvenire la più importante colonia africana.

Oltre all'Africa Orientale, l'Italia possiede nell'Egeo le Isole del Dodecaneso, che misurano una superficie complessiva di 2681 Km^q. ed hanno una popolazione di 140.848 abitanti.

Inoltre, in base all'accordo italo-cinese del 1902, venne riconosciuta all'Italia una concessione perpetua a Tien-tsin in Cina.

CONDIZIONI ECONOMICHE DELL'ITALIA

La nostra Patria è un paese eminentemente agricolo, avente culture di genere variatissimo; i raccolti principali sono: il grano, la cui produzione — grazie alla Battaglia del Grano,

voluta dal Duce al fine di realizzare l'indipendenza economica italiana anche in questo settore — si aggira sulla media di 80 milioni di quintali all'anno, l'uva, il riso, l'olivo, gli agrumi, le frutta, gli ortaggi, le barbabietole da zucchero, la canapa, il lino, il tabacco ecc.

Abbondanti pascoli permettono l'allevamento di bovini, caprini, ovini e suini in notevole quantità. La coltura del baco da seta, intensissima in alcune regioni, ha permesso lo sviluppo di importanti industrie tessili. Nel campo industriale, molto è stato fatto in questi ultimi venti anni, sopperendo alla scarsità di alcune materie prime di notevole importanza, con altri prodotti, e sfruttando al massimo le risorse minerarie del nostro suolo.

In questo modo, l'Italia sostiene oggi con successo la guerra contro l'Inghilterra, che, possedendo la fonte di tutte le principali materie prime interessanti l'industria e dei più importanti prodotti agricoli, aveva coltivato l'illusione di poterci col blocco eliminare in breve tempo. In Italia il carbon fossile è scarso; a questa deficienza si è provveduto con l'intenso sfruttamento delle ligniti dell'Istria, della Sardegna e della Toscana, ed anche con l'energia idroelettrica, che consente di alimentare la maggior parte della rete ferroviaria italiana.

Abbondano invece nel nostro suolo: il mercurio, lo zolfo ed anche la bauxite e la leucite per la fabbricazione dell'alluminio. Esistono anche minerali di ferro, particolarmente nell'isola d'Elba, ma in quantità insufficiente al bisogno.

L'Italia, grazie alla sua ricca rete ferroviaria, alle sue magnifiche strade di comunicazione, ai suoi canali navigabili, alle linee aeree civili e al suo importante tonnellaggio mercantile, sviluppa un commercio imponente, che le ha consentito, unitamente alla strenua battaglia per l'autarchia, un maggior equilibrio tra le importazioni e le esportazioni. È con questa cura costante di sfruttamento e di potenziamento di tutte le sue risorse, che l'Italia ha potuto superare tempi duri e forgiare le armi per la vittoria.

ELEMENTI DI TOPOGRAFIA

PREMESSA

La consultazione o lettura di una carta geografica o topografica, oltre ad offrire in un determinato luogo la cognizione delle caratteristiche locali, permette a chiunque di orientarsi e di dirigersi; essa è perciò utile a tutti ed in particolare al vigile del fuoco, che non solo deve saper trovare una determinata località, ma deve fare in modo di raggiungerla al più presto.

È opportuno quindi aggiungere alle altre nozioni che un Vigile deve apprendere, alcune notizie sulle carte geografiche e topografiche e soprattutto sul modo di consultarle.

L'interpretazione e la lettura di queste non può essere ben conseguita, se non si conoscono, sia pure in forma elementare, i diversi procedimenti con i quali le carte vengono rilevate e disegnate.

Definiremo anzitutto carta geografica: *la rappresentazione grafica in piccolo e su di un piano, di una parte della superficie terrestre, nelle sue forme e nei suoi fenomeni.*

PREPARAZIONE DELLE CARTE GEOGRAFICHE E TOPOGRAFICHE

Il problema che primo si presenta a chi voglia disegnare la superficie terrestre su di una carta è quello di riprodurre su di un piano la superficie sferica della terra.

Sappiamo che il nostro sferoidè è stato idealmente coperto da una rete di linee che sono i paralleli ed i meridiani; la difficoltà maggiore consiste appunto nel tracciare questo reticolato su di un piano senza alterarlo o deformarlo.

Le scienze matematiche ci insegnano che, data la sfericità della terra, gli errori di deformazione sono inevitabili, ma ci consentono peraltro di ottenere riproduzioni secondo leggi determinate in modo che gli errori siano a noi noti.

I sistemi matematici seguiti nel riprodurre su di un piano la superficie sferica della terra si dicono *proiezioni geografiche*.

Tali proiezioni sono di diverse specie: si dicono *equivalenti* quando nella riproduzione grafica mantengono inalterate le aree; *conformi* o *isogene* quando inalterate rimangono le forme della terra e quindi anche gli angoli formati dall'incontro dei paralleli coi meridiani, *equidistanti* quando conservano proporzionali le distanze fra i vari punti della terra riportati.

Queste difficoltà di riproduzione, interessano tuttavia soprattutto, quando nel disegno deve essere compresa una vasta estensione della terra; quando invece la zona da rappresentare è molto piccola, la superficie può considerarsi in quel tratto, non più curva, ma piana, dimodochè l'intero sferoide terrestre può essere immaginato come un poliedro avente un numero grandissimo di faccie piane, ciascuna delle quali viene esattamente riprodotta con una cartina geografica di forma trapezoidale.

In tal modo è stata rilevata dall'Istituto Geografico Militare di Firenze la carta d'Italia in 256 fogli, nella scala di 1:100.000. Ogni foglio considerato separatamente, rappresenta una porzione di superficie, che può ritenersi piana, data la sua limitata estensione.

Sorvoleremo sul modo usato per il rilevamento del terreno, per il quale esiste uno studio piuttosto difficile che richiede cognizioni superiori di matematica; accenneremo solo che questo può farsi o manualmente, con l'ausilio di opportuni strumenti di misura (teodoliti, tacheometri, tavolette pretoriane), o per mezzo della aereofotogrammetria, che consiste nel fotografare dall'alto la superficie terrestre con apparecchi fotografici speciali.

RAPPRESENTAZIONE DEL TERRENO

Si presenta poi il problema, tecnico-artistico, del disegno della carta, in modo che essa possa essere facilmente interpretata, ed in ciò le maggiori difficoltà sono costituite dalla rappresentazione del rilievo e delle accidentalità del terreno in genere, occorrendo dare col semplice disegno l'impressione della plastica e delle varie pendenze che il terreno stesso presenta.

Si hanno così le rappresentazioni a *tratteggio*, cioè per mezzo di un insieme di piccoli tratti, secondo la pendenza del

suolo, che di regola si disegnano tanto più fitti e più grossi, quanto più ripido è il pendio; oppure a *sfumo*, e cioè con ombreggiatura più o meno intensa.

Il metodo tecnicamente più esatto per riprodurre i rilievi del terreno è però quello delle *curve di livello* (isoipse), che consiste nel tracciare sulla carta delle linee curve che uniscono tutti i punti situati allo stesso livello. Tali curve possono considerarsi quindi come le linee di intersezione col terreno di tanti piani equidistanti, orizzontali e paralleli fra loro. La distanza fra i suddetti piani si usa chiamarla *equidistanza delle curve di livello*. Nella rappresentazione, evidentemente queste curve saranno vicine, quando il pendio è ripido, e lontane nella riproduzione dei pendii più dolci. Alle curve può essere unito il tratteggio o lo sfumo, per dare al rilievo maggiore evidenza.

Molto più semplice è la rappresentazione delle altre particolarità del terreno: fiumi, strade, ferrovie, centri abitati ecc.; essa richiede tuttavia l'uso di vari *segni convenzionali* di facile, ed evidente consultazione.

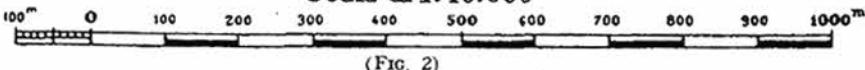
Nella pagina seguente vengono riportati per notizia i segni più comuni.

Occorre peraltro conoscere anche la proporzione del disegno rispetto alla regione che rappresenta e cioè il *rappporto fra le grandezze lineari della carta e quelle della realtà; tale rapporto dicesi scala*.

Ad esempio, in una carta con scala di 1:10.000, una lunghezza sul terreno di 10.000 metri viene ridotta, nella riproduzione sulla carta, ad un metro. Proporzionalmente, una distanza di un cm. sulla medesima carta, indicherà sul terreno una distanza di 10.000 cm. e cioè di 100 metri. Lo stesso criterio vale per tutte le altre scale.

La scala oltre che con l'indicazione numerica, è spesso rappresentata anche graficamente, ossia con un segmento che corrisponde ad una data lunghezza reale, ridotta secondo le proporzioni della carta; per cui i numeri riportati sopra il segmento forniscono la misura reale rappresentata sulla carta dal segmento stesso.

Scala di 1:10.000



SEgni CONVENZIONALI

Ferrovie:

<u>Sinistre</u>	<u>Galleria</u>	<u>Fermata</u>	<u>Ferrovia ad un binario</u>	<u>a trazione elettrica</u>
		K.101		
<u>Cavalcaria</u>		<u>Sottopassaggio</u>	<u>id.</u>	<u>a due binari</u>
				<u>Ferrovia</u>
				<u>— — — in costruz.</u>
		<u>Passaggio a livello</u>	<u>id.</u>	<u>a scartamento ridotto. Tranvia a vapore</u>
				<u>od elettrico in sede propria. Funicolare</u>
		C.16		
<u>in sede stradale</u>				
			<u>Teleferica stabile per passeggeri o materiali</u>	

Strade rotabili : a) con manutenzione regolare

Rendenze	K. 2	con muri	
dal 7 al 12%	sup al 12%		
Galleria	Strozzature in m.	ud.	
	(2) (3) (4) (5)		
M.	Allargamenti o strozzature in m.	ud.	
	(7) (9) (6) (12)	ud.	

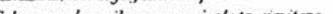
=====: Strada rotabile in costruzione

b) senza manutenzione regolare

<i>con muri</i>	<i>Strada carreggiabile</i>	<i>14° cl.^{se}</i>
<i>id.</i>	<i>Strada campestre</i>	<i>(5,5° cl.^{se})</i>

Strade non rotabili:

<i>con muri</i>	<i>Mulattiera atta anche ai traini locali</i>
<i>id.</i>	<i>Mulattiera ordinaria</i>
<i>Rasso, colle, valico</i>	<i>Tratturo</i>
<i>facile</i>	<i>Sentiero, per soli pedoni</i>
<i>dificile</i>	<i>Pista o traccia</i>
<i>Ponti</i>	
<i>Limiti di:</i>	<i>Stato</i> <i>provincia</i> <i>comune</i> <i>bosco</i> <i>cultura</i>

Termine	
• • • Casa in muratura, baracca, capanna, ruderis	△ 150 .150 Punto e quota geodetica e topografica riferite al suolo
• • Opifici a forza idraulica, a vapore, elettrici	○ ○ Pozzo o fontana persone
• • • Centrale elettrica a forza idraulica, a vapore	○ ○ e sorgente non persone
• • Chiese ed oratori	△ △ Pozzo con aeromotore, noria
• Fumaiolo, torre, guglia, campanile	○ ○ artesiano, cisterna
• • Tabernacolo o pilone, croce isolata, cimitero	○ / Abbeveratoio, cascata
• Segnale indicatore	Murta calce, a secco e maceria, di sostegno
X - X Stazione radiotelegrafica, scalo aeronautico	Palizzata a staccionata, stepe, filo spinato
* * Minerai, aeromotore, pozzo di petrolio	
* * Faro, faralone, monumento notevole	
Acquedotti: 	sotto - - - - - sopraelevata sopraelevata su viadotto su viadotto Galleria
Canali 	tanghi almeno 3 m. meno di 3 m.
	Canale di irrigazione montana, importante
	Condutture importanti di energia elettrica
	○ Panti di speciale determinazione grafica

SUDDIVISIONE DELLE CARTE

Con riguardo alla scala usata, le carte vengono suddivise nel modo seguente:

1) MAPPAMONDI E PLANISFERI, quando si rappresenta tutta la terra e cioè per scale variabili da 1:100 a 1:150 milioni circa.

2) CARTE GEOGRAFICHE, quando in esse sono rappresentati vasti tratti di superficie terrestre con scale inferiori a 1:1.000.000.

3) CARTE COROGRAFICHE, con scale comprese tra 1:1 milione e 1:300.000.

4) CARTE TOPOGRAFICHE, che hanno la scala compresa fra 1.300.000 e 1:10.000. Sono per noi le più importanti e sono ottenute per rilevamento diretto del terreno. In esse possono essere rappresentati con molta precisione anche i particolari della zona. L'Italia, a cura dell'Istituto Geografico Militare di Firenze, venne da tempo rappresentata mediante carte topografiche aventi le scale seguenti: 1:100.000 (fogli); 1:50.000 (quadranti); 1:25.000 (tavolette) e 1:10.000 per la rappresentazione dei dettagli più interessanti. Sono pure



FIG. 3

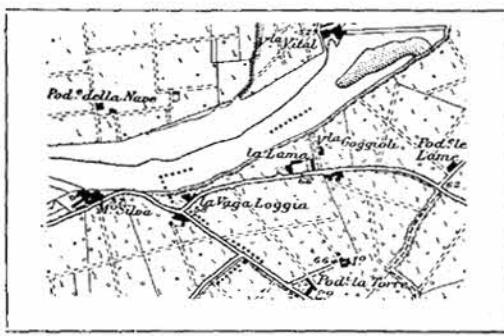


FIG. 4

ottime le rilevazioni della C. T. I. e quelle dell'Istituto Geografico De Agostini.

5) PIANTE O MAPPE, quando la scala è inferiore a 1:10.000. Esse sono particolarmente usate per rappresentare città, villaggi, edifici importanti ecc.

Rispetto allo scopo che le carte si prefiggono, esse possono essere ulteriormente suddivise in:

a) FISICHE, che curano particolarmente la rilevazione delle caratteristiche naturali, sia della terraferma che degli oceani.

b) POLITICHE, che giovano a dimostrare l'estensione, le caratteristiche ed i confini dei vari Stati.

c) OROGRAFICHE, che curano in modo particolare la riproduzione dei rilievi terrestri: montagne, colline e pianure.

d) IDROGRAFICHE, per la riproduzione degli oceani, dei mari, dei fiumi ed in genere delle superfici coperte dall'acqua.

e) ETNOGRAFICHE, che indicano la distribuzione delle varie razze umane.

f) DEMOGRAFICHE, che particolarmente rappresentano la densità e la razza della popolazione nelle varie parti del globo.

g) ECONOMICHE, che si occupano della distribuzione sulla terra delle risorse agricole, minerarie, industriali e commerciali delle diverse nazioni e località.

h) GEOLOGICHE, che rappresentano del terreno le caratteristiche geologiche, quali la costituzione chimica, l'origine e l'epoca geoogica cui esso appartiene.

Queste sono le più importanti, ma altri tipi numerosi di carte sono stati studiati per rappresentare le svariate caratteristiche della terra.

CONSULTAZIONE DELLE CARTE

Nella consultazione di una carta geografica è necessario anzitutto orientarla. È da notarsi che, come è convenzionalmente stabilito, in ogni carta il nord è situato in alto, perciò l'est è a destra, l'ovest a sinistra e il sud è in basso. Possedendo una bussola, è facile orientare la carta, disponendola in modo

che il nord della carta stessa corrisponda con la direzione indicata dall'ago calamitato, altrimenti si ricorre alla direzione della traiettoria solare od alla stella polare, che ci danno l'una approssimativamente l'est (levante) o l'ovest (ponente), e l'altra il nord.

IMPORTANZA ED UTILIZZAZIONE DELLE CARTE PER IL SERVIZIO ANTINCENDI

Le carte più utili per il servizio antincendi sono quelle topografiche e le piante.

Le prime servono per identificare la località dove è richiesta l'opera dei Vigili del Fuoco, per stabilire l'itinerario che devono percorrere gli automezzi per poter con celerità raggiungere la località stessa ed infine per indicare le risorse idriche locali.

Di solito sono usate a questo scopo le carte topografiche nella scala di 1:25.000 (tavolette) riunite in appositi atlanti, spesso completati da carte comprendenti tutto il territorio provinciale, riprodotto nelle scale di 1:100.000 o 1:50.000.

Maggiore importanza per i Vigili del Fuoco, hanno le piante delle città, nonchè quelle più dettagliate degli edifici di notevole importanza.

Tali carte sono spesso completate con indicazioni speciali per il servizio antincendi, quali ad esempio quelle delle risorse idriche, dei depositi di materiali pericolosi, delle vie di accesso ecc.

Le piante degli edifici importanti, che in genere sono nella scala di 1:100 o di 1:200, hanno pure notevole utilità; ricorderemo fra queste le piante dei teatri utilissime per i Vigili del Fuoco, perchè consentono una completa visione del complesso dell'edificio affidato alla loro sorveglianza.

In tali piante sono segnati i vari apparecchi antincendi, con richiami sul loro funzionamento, sulla capacità dei serbatoi dell'acqua, sui diametri delle condutture fisse, e con altri dettagli utili.

Giacchè abbiamo accennato ai segni convenzionali speciali per il servizio antincendi, è opportuno dare una descrizione dettagliata di uno dei cosiddetti atlanti-planimetrici in uso presso i Corpi delle grandi città.

Descriveremo quello veramente accurato e pratico in uso da tempo presso il 52° Corpo Vigili del Fuoco di Milano.

Esso è un volumetto di cm. 20×28 , comprendente circa 250 pagine.

La pianta della città nella scala di 1:4000, è suddivisa in varie tavole di cm. 20×28 , numerate progressivamente, ognuna delle quali, in una riquadratura di 15×22 , comprende una piccola zona della città.

Al principio dell'atlante è riportato un elenco dei canali e delle roggie esistenti nella città, nonchè delle cascine, fornaci e mulini. Segue un elenco generale delle vie e delle piazze con i necessari riferimenti alle tavole.

Sulle tavole oltre alla denominazione delle vie e piazze ed al rilievo delle aree coperte, sono indicati:

- 1) Con dischetti azzurri: gli idranti.
- 2) Con triangoli azzurri: gli impianti idraulici interni di spegnimento.
- 3) Con linee azzurre: i canali; esse sono a tratto continuo per i canali scoperti ed a tratteggio quando i canali sono sotterranei; in tal caso i chiusini sono indicati con un piccolo rettangolo azzurro.
- 4) Con dischetti rossi: gli avvisatori d'incendio.

Sono altresì indicati i chiusini delle fogne, i pozzi, le pompe, i serbatoi, nonchè i nuovi grossi idranti da 125 m/m. e gli attacchi per le autopompe, predisposti per l'alimentazione degli impianti antincendi esistenti negli edifici di abitazione.

Una carta d'insieme delle varie tavole, completa il fascicolo e facilita la consultazione di esso.

L'utilità pratica di un tale atlante è indiscussa, specie nelle grandi città; ogni autopompa ed ogni automezzo di servizio dovrebbe recarne una copia in dotazione; le macchine più importanti dovrebbero recare inoltre una carta topografica della provincia con l'indicazione delle zone d'influenza delle varie Stazioni o Distaccamenti.

Come è naturale, per una sicura interpretazione di una carta topografica, o di una pianta, occorre una certa pratica che si acquista mediante frequenti ed attente consultazioni.

Tutti i vigili, ma particolarmente i graduati e gli autisti, devono essere in grado di interpretare con sicurezza, oltre alla pianta della città anche le varie carte topografiche in dotazione al Corpo; gli autisti in particolare, con frequenti esercitazioni, devono acquistare un'esatta conoscenza della città e dei dintorni, in modo da condurre gli automezzi di soccorso, con rapidità e con sicurezza, ove l'opera dei Vigili del Fuoco venga richiesta.

V.

NOZIONI DI STORIA NATURALE

I CORPI NATURALI E LA LORO ORIGINE

Tutti i corpi esistenti in natura si dividono in due grandi categorie:

1) ORGANICI, cioè corpi che contengono come elemento costitutivo essenziale il carbonio;

2) INORGANICI, cioè corpi che non contengono carbonio.

In genere i corpi organici appartengono od hanno appartenuto ad esseri viventi.

Dei corpi organici fanno parte gli *animali* e le *piante* che costituiscono i due regni della natura: ANIMALE e VEGETALE.

Tanto gli animali che le piante vivono, ma mentre i primi sentono e si muovono spontaneamente, i secondi non mostrano di sentire e, per il solito, non si muovono spontaneamente.

I corpi inorganici naturali che costituiscono il regno MINERALE — minerali e rocce — non vivono, perciò non sentono, nè si muovono.

Il mondo non è stato sempre popolato di animali e di piante.

In un primo tempo la nostra terra era un ammasso di vapori, detto nebulosa, che condensandosi e solidificandosi, finì per costituire una massa sferoidale, da prima incandescente e fluida ed in seguito solida, per effetto del graduale raffreddamento.

Le teorie scientifiche al riguardo, aggiungono che in seguito le acque ricoprirono tutto il nostro pianeta e che poi da esse emersero i continenti e le isole.

Ma la vita ancora non esisteva.

Ed ecco nelle acque degl'immensi mari, ancora calde, apparire i primi germi vitali; erano questi, organismi rudimen-

tali, che non avevano affatto e neppure lontanamente l'aspetto degli animali oggi esistenti.

Con lenta progressiva trasformazione, durata migliaia di anni, a seconda delle condizioni d'ambiente ove la vita si svolgeva, si vennero gradualmente a formare organismi sempre più completi, fino a giungere all'uomo che è la creatura più perfetta uscita dalla mano del Creatore:

Questa è l'ipotesi più generalmente accettata, sull'origine dell'uomo e degli altri esseri viventi.

Conviene dire subito che un solo elemento fondamentale: la **CELLULA**, costituisce tutti gli esseri viventi animali e piante, elemento che riunito in gruppi numerosissimi, fra loro in modo opportuno differenziati, dà luogo ai **tessuti**, i quali formano gli organi atti a compiere le varie funzioni vitali. Il complesso di questi organi concorre a formare un tutto unico ed indivisibile: *l'organismo*.

Peraltro il complesso di organi costituenti un organismo animale o vegetale non è sempre completo; vi sono organismi privi di veri e propri organi, ed altri composti da un solo elemento cellulare. Gradatamente si passa da essi ad organismi sempre più completi e si hanno le diverse specie di animali e di piante.

REGNO ANIMALE

SUDDIVISIONE DEGLI ANIMALI

Nel regno animale abbiamo anzitutto una prima grande distinzione dovuta alla presenza o no, di una impalcatura solida detta scheletro; si hanno cioè gli animali **VERTEBRATI**, così chiamati per alcune ossa del loro scheletro dette vertebre, e quelli **INVERTEBRATI**.

I vertebrati si suddividono in cinque grandi classi e cioè:

1) **MAMMIFERI**, i cui figli, nascendo in condizioni da non potersi nutrire, usufruiscono per qualche tempo delle secrezioni di speciali organi della madre, detti mammelle. I mammiferi possono essere carnivori (leone, tigre ecc.), erbivori (cavallo, bue ecc.) e onnivori (uomo).

2) UCCELLI. Hanno il corpo ricoperto di piume e di penne, e gli arti anteriori trasformati in ali atte al volo, il che consente loro di vivere e di muoversi nell'aria.

3) RETTILI. Hanno il corpo rivestito di squame cornee, con gli arti cortissimi (lucertola) o addirittura mancanti (serpente); sono costretti quindi a muoversi strisciando sulla terra.

4) ANFIBI. Hanno una vita acquatica nel primo periodo e respirano con le cosidette branchie; terrestre nel secondo e respirano con i polmoni.

5) PESCI. Vivono solo nell'acqua, respirano per mezzo di branchie ed hanno gli arti, detti pinne, foggiati ad organi di nuoto.

Gli animali invertebrati si suddividono nelle seguenti sei grandi classi:

1) MOLLUSCHI. Animali dal corpo molle, non articolato, composto di tre parti: testa, massa dei visceri e piede; quest'ultimo avente la funzione di organo di moto. Sono spesso ricoperti da una corazza calcarea, detta conchiglia. Si dividono in varie categorie: *Cefalopoli* (es. seppia), *Gasteropodi* (es. limaca), *Lamellibranchi* (es. ostrica).

2) ARTROPODI. Hanno il corpo diviso ad anelli ed i piedi articolati con la superficie rigida ed elastica; comprendono varie categorie: *Insetti* (es. mosca), *Aracnidi* (es. ragno), *Crustacei* (es. gambero).

3) VERMI. Hanno il corpo, per il solito, di forma cilindrica allungata, senza corazza protettiva, né zampe; la locomozione avviene mediante movimenti del corpo. Questi animali sono in generale parassiti (es. lombrico, tenia, sanguisuga ecc.).

4) ECHINODERMI. Animali marini dal corpo rotondeggiante, cilindrico oppure a stella, irto di punte (es. riccio, stella di mare ecc.).

5) CELENTERATI. Animali dal corpo a forma di sacco, spesso riuniti in colonie (es. corallo).

6) PROTOZOI. Sono gli animali più semplici, spesso unicellulari, piccolissimi, quasi sempre microscopici. Il loro corpo è costituito da una piccola massa di materia vivente, senza organi distinti (es. plasmodio o germe della malaria).

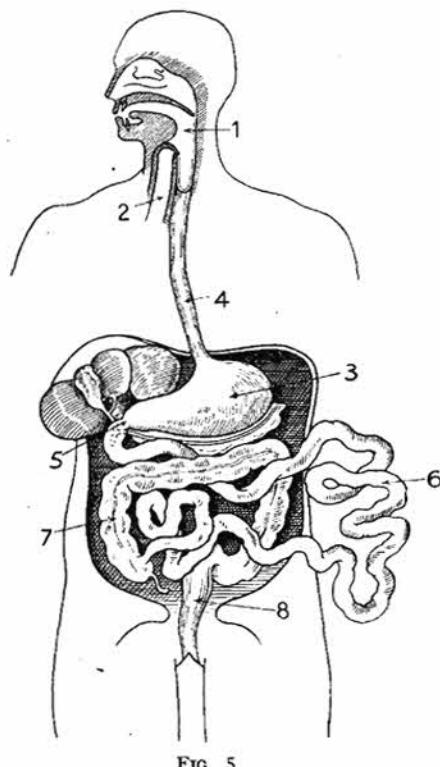
GLI ORGANI VITALI

Affinchè la vita possa svolgersi regolarmente, devono essere esplicate varie funzioni indispensabili che sono: *nutrizione, riproduzione, sensibilità, sostegno e movimento.*

Tali funzioni sono variamente compiute e con organi più o meno complessi a seconda degli organismi; tali organi raggiungono nell'uomo la più completa e perfetta conformazione.

Passiamo quindi a descrivere con qualche dettaglio il corpo umano.

In esso le funzioni vitali sono compiute da *apparati* (insieme di più organi) e da organi speciali. Così abbiamo gli apparati *digerente, circolatorio e respiratorio* per la nutrizione e la respirazione; organi speciali per la riproduzione e la sensibilità; l'apparato *muscolare* ed il sistema *osseo* per il sostegno e il movimento dell'intiero organismo.



intestino tenue (6), e per l'altra più grosso: *intestino crasso* (7), il *piloro* (5). L'intestino è un lungo tubo, per una parte sottile:

Apparato digerente.

Il cibo tritato dai denti e imbevuto di saliva costituisce il *culo alimentare*, il quale superata l'*epiglottide* che chiude il canale respiratorio (*trachea*), penetra per mezzo dell'*esofago* (4) nello *stomaco* (3), specie di sacca piriforme, ove speciali organi (*ghiandole*) seceranno un liquido detto *succo gastrico*. Qui il cibo subisce una profonda trasformazione, favorita dalle frequenti contrazioni dello stomaco, compiutasi la quale (occorrono da una a più ore a seconda dei cibi), passa nell' *intestino* attraverso

ove sboccano vari canaletti adducenti liquidi che provocano ulteriori trasformazioni del cibo (*succo pancreatico, biliare, enterico*).

Nell'intestino inoltre esistono gli organi assorbenti: *villi intestinali*, che portano nel sangue le parti nutritive degli alimenti.

La parte residua dei cibi viene quindi espulsa attraverso all'*intestino retto* (8).

Apparato circolatorio.

Abbiamo detto che la parte nutritiva del cibo, viene assorbita e distribuita alle singole parti dell'organismo, per mezzo del sangue, il quale porta altresì ai tessuti, l'ossigeno necessario alla vita delle cellule.

Una parte delle sostanze nutritive recate dal sangue, viene dalla cellula impiegata per le sue normali funzioni di ricambio e di accrescimento; l'altra parte, bruciando unitamente all'ossigeno serve a mantenere all'organismo la sua naturale temperatura.

Quindi il sangue deve necessariamente circolare per tutto l'organismo.

Tale circolazione, è effettuata per mezzo di un numero grandissimo di canaletti grandi e piccoli: *arterie* e *vene* (a - v), i quali partono dal cuore (c), organo principale

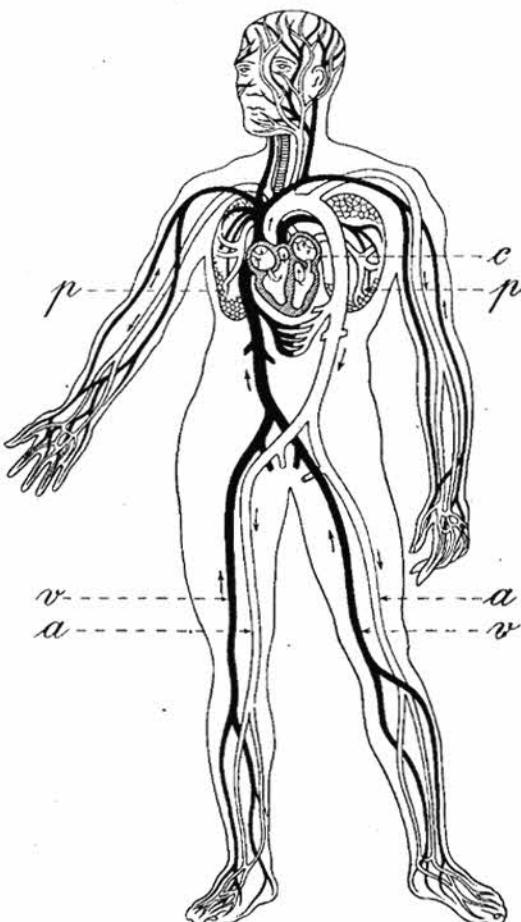


FIG. 6

della circolazione, che imprime il movimento alla massa sanguigna.

Il cuore funziona precisamente come una pompa aspirante e premente, per mezzo delle dilatazioni e contrazioni (*diastole e sistole*) di quattro cavità, dette *orecchiette e ventricoli*, che, come la pompa, sono munite di valvole.

Il sangue, partendo dal cuore, viene diramato in tutte le parti del corpo, per mezzo delle arterie, e vi ritorna per mezzo delle vene. Dal cuore poi viene spinto nei polmoni (p), ove si arricchisce di ossigeno e abbandona l'anidride carbonica.

Il sangue è composto di una parte liquida detta *siero*, in seno al quale si trovano dei corpuscoli a forma di dischetti piccolissimi (in un mm.³, ne entrano cinque milioni), che hanno appunto lo scopo di assorbire l'ossigeno dell'aria nei polmoni per poi cederlo alle varie parti dell'organismo.

Questi corpuscoli chiamati *eritrociti* o *globuli rossi*, devono il loro colore ad una sostanza detta *emoglobina*, sulla quale avvengono le reazioni chimiche, per l'assorbimento dell'ossigeno.

Apparato respiratorio.

L'ossigeno viene fornito al sangue per mezzo dei *polmoni*, che sono gli organi principali della respirazione.

L'aria penetra dalla bocca e giunge ad essi per mezzo di un tubo detto *trachea*, che si suddivide, prima in due diramazioni principali chiamate *bronchi*, e quindi in moltissimi altri canaletti che terminano nella massa polmonare.

I polmoni sono due, divisi in cinque lobi, e sono costituiti da un gran numero di cellette, dette *vescicole* o *alveoli polmonari*, ove avviene lo scambio gassoso dell'ossigeno e dell'anidride carbonica.

Un movimento alterno di espansione e di contrazione, permette la circolazione dell'aria nei polmoni.

La trasformazione nelle cellule dell'ossigeno dell'aria in anidride carbonica, può considerarsi come una lenta combustione, la quale dà luogo allo sviluppo di sempre nuove energie indispensabili alla vita.

Apparato nervoso.

L'apparato nervoso, o sistema nervoso, è il centro coordinatore delle molteplici funzioni vitali. Esso è costituito dai

centri nervosi: cervello, cervelletto e midollo spinale, e dai nervi, i quali si diramano in tutte le parti dell'organismo.

Il sistema nervoso, oltre a regolare opportunamente le funzioni vitali, permette all'organismo il collegamento col mondo esterno mediante i cinque sensi: *vista, udito, olfatto, gusto e tatto*, che funzionano a mezzo di speciali organi detti appunto *organi dei sensi*.

Gli organi DELLA VISTA sono gli occhi, che gli animali superiori hanno generalmente in numero di due, situati nella parte anteriore della testa ed alloggiati in apposite cavità, dette *orbite*.

Il funzionamento dell'occhio è simile a quello di una macchina fotografica.

In esso troviamo una lente detta *cristallino* (6), adattabile alle distanze mediante contrazioni e dilatazioni, munita di un diaframma: *l'iride* che regola l'intensità della luce, ed è protetta da una parte trasparente detta *cornea* (3), con al centro la *pupilla* (5).

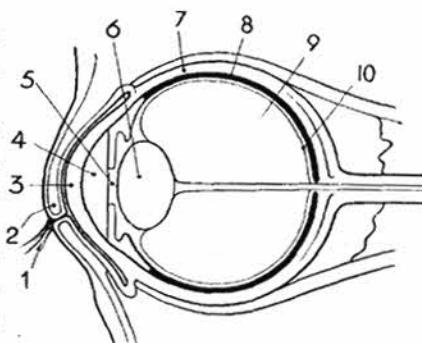


FIG. 7

La camera oscura, di forma sferoidale (9), è riempita di un liquido trasparente; in essa, nella parte opposta al cristallino, esiste la zona sensibile costituita dalla *retina* (10) collegata al *nervo ottico*.

A proteggere l'occhio vi sono le *palpebre* (2), le *ciglia* (1) e le *sopracciglia*. Le lacrime che sgorgano da apposite ghiandole hanno la funzione di tenere sempre pulita la cornea.

Gli organi, detti dell'*UDITO*, sono gli *orecchi*.

L'orecchio permette di accogliere le vibrazioni sonore. Esso nell'uomo è costituito da una parte esterna a forma di conchiglia, detta *padiglione* (1), collegata al *condotto uditivo*: tubo lungo circa tre cm. (2) che si interna dentro le ossa del cranio. Il condotto uditivo termina con la *membrana del timpano* (3), destinata a raccogliere le onde sonore, ed a trasmetterle mediante una catena di ossicini (chiamati per la loro for-

ma *incudine*, *martello* e *staffa*) al liquido (*endolinfa*), che si trova nella parte interna dell'orecchio, oltremodo complicata, detta *labirinto* (osseo e membranoso). Entro a questo liquido terminano, in forma di esiliissimi filamenti, i rami del nervo acustico.

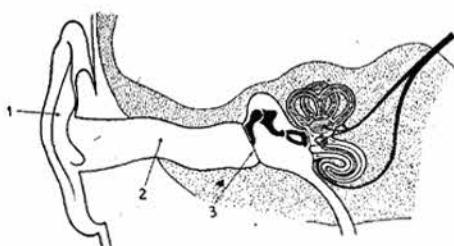


FIG. 8

Il senso dell'**olfatto** ha sede nel *naso* ove i nervi olfattivi sono distribuiti in una membrana sottile e ripiegata detta *membrana pituitaria*.

Le particelle odorose, staccandosi dai vari corpi, giungono con l'aria nelle cavità nasali, e passando attraverso alle pieghe della membrana, eccitano le terminazioni dei nervi olfattivi.

Il senso del **GUSTO** ha la sua sede principale nella lingua, sulla quale si trovano le *papille gustative*, che sono speciali terminazioni nervose, sensibili ai diversi sapori delle sostanze ingerite.

Il senso del **TATTO** ha sede sulla pelle, ed è esplicato dalle cosidette *papille tattili* che permettono di individuare le varie sensazioni di contatto.

Nella parte superiore della trachea, si trova l'organo principale per la produzione dei suoni: le *corde vocali*, che sono situate in un allargamento della trachea stessa, detto *laringe*. Ma per la produzione dei vari suoni e per la loro modulazione, occorre, oltre alle vibrazioni delle corde vocali, anche il concorso della lingua, dei denti e delle labbra.

Il sistema osseo.

Come abbiamo già veduto, gli animali così detti vertebrati posseggono un'impalcatura ossea che serve di sostegno alle parti molli dell'organismo e permette il movimento di esso, mediante opportune articolazioni.

Tale impalcatura rigida prende il nome di *scheletro*.

Lo scheletro è composto da un numero rilevante di ossa, che vengono suddivise in tre parti: *assile*, *cingolare*, ed *appendi-*

colare. La porzione assile è formata dalla *colonna vertebrale* (1), composta di 33 o 34 vertebre; ad essa sono attaccate le *costole* (2) (12 paia), lo *sterno* (3) e il *cranio* (4). In quest'ultimo, l'unico osso articolato è la *mandibola* (4^a). La porzione cingolare è formata dal *cinto toracico*, comprendente due scapole (5) e due *clavicole* (6) (ossa della spalla) e dal *cinto addominale* (7), comprendente le tre ossa del *bacino*: *ileo*, *ischio* e *pube*, che servono al sostegno e alla difesa dell'intestino.

La porzione appendicolare comprende le ossa degli arti superiori (braccia) e inferiori (gambe). Le ossa degli arti si corrispondono una ad una: così l'osso detto *omero* (8) del braccio corrisponde al *femore* (9) della coscia, le due ossa *radio* (10) e *ulna* (11) dell'avambraccio, corrispondono alla *tibia* (12) e alla *fibula* (13) della gamba, le ossa della mano: *carpo* (15) e *metacarpo* (16), corrispondono a quelle del piede: *tarsò* (17) e *metatarso*, e così pure si corrispondono le ossa delle dita: *falange*, *falangina* e *falangetta* (18-19).

Allo stesso modo l'osso mobile e rotondeggiante: *rotula* (14), che si trova sul davanti del ginocchio e che serve ad impedire alla gamba di rivoltarsi in avanti, trova corrispondenza nel braccio, con un osso che è saldato all'*ulna* e costituisce la caratteristica sporgenza del gomito.

Le ossa sono costituite da sostanze minerali: *fosfato* e *carbonato di calcio*, che conferiscono alle ossa stesse la durezza necessaria, mentre la tenacità è data da una sostanza organica detta *osseina*.

Sistema muscolare.

Gli organi che servono a determinare il movimento delle varie parti del corpo umano e degli animali si chiamano *muscoli*. Essi sono costituiti da una massa carnosa e rossa, per l'irrovarazione sanguigna, che comunemente viene chiamata carne. I

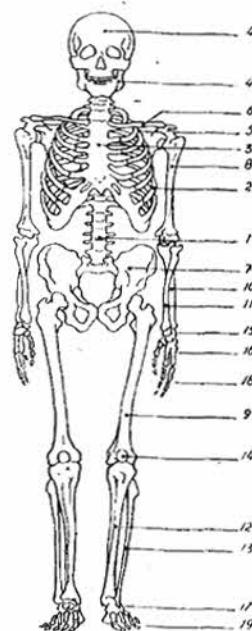


FIG. 9

muscoli si attaccano alle varie parti dello scheletro per mezzo di cordoni tenacissimi, duri e bianchi, detti *tendini*.

I muscoli sono numerosissimi ed hanno forma e dimensioni svariate; il loro movimento può dipendere o no dalla nostra volontà, e quindi è d'uso classificarli in *muscoli volontari* ed *involontari*.

Meglio di qualunque altro organo, i muscoli mostrano la verità della legge dell'uso e del non uso degli organi; infatti gli operai che fanno continui sforzi muscolari, hanno muscoli ben sviluppati, mentre il contrario avviene per chi fa vita sedentaria; quindi la pratica di uno sport e la ginnastica si impongono a tutti, per il regolare sviluppo dei muscoli, e cioè per dare all'organismo il giusto equilibrio in tutte le sue parti.

Riproduzione.

La funzione elevata, che rende possibile il perpetuarsi delle specie animali e vegetali, dicesi riproduzione. Nei primi gradini del mondo animale e vegetale abbiamo quel tipo di riproduzione detta *agamica* nella quale non sono necessari elementi sessuali. Nella maggioranza degli organismi occorre l'intervento delle *cellule riproduttrici*, nelle quali troviamo l'elemento maschile o *gameto* e l'elemento femminile od *uovo*, la cui fusione, detta *fecondazione*, è necessaria per la riproduzione.

Negli animali e nelle piante superiori, le cellule riproduttrici maschili e femminili, sono prodotte per mezzo di speciali organi, da individui differenti (maschi e femmine).

REGNO VEGETALE

CLASSIFICAZIONE DEI VEGETALI

Nel regno vegetale abbiamo pure due grandi categorie che costituiscono i due sottoregni delle **FANEROGAME** e delle **CRITTOGAME**.

Si dicono fanerogame quelle piante che portano veri e propri fiori destinati alla riproduzione, mentre le crittogramme si riproducono a mezzo di *spore* (felci, muschi, alghe, funghi).

Le fanerogame, a seconda della perfezione degli orga-

ni riproduttivi, si dividono in *angiosperme* e in *ginnosperme* (pino abete ecc.); le angiosperme poi, a seconda che il seme sia costituito da una o due parti, dette cotiledoni, si dividono in *monocotiledoni* (grano, granturco ecc.) e *dicotiledoni* (cavolo, papavero, fagiulo, pisello, limone, vite, pero, melo ecc.).

Le piante fanerogame sono le più complete; esse hanno sempre una radice, un fusto, legnoso od erbaceo e delle foglie.

VARIE PARTI DELLE PIANTE

Una pianta consta di due parti: una sotterranea, detta *radice* che la tiene fissa al suolo ed assorbe da questo il nutrimento, ed una aerea composta dal *fusto* e dalle *foglie*.

Di solito in primavera, quando la pianta ha assunto un certo sviluppo, compaiono i *fiori* che sono gli organi della riproduzione. Infatti dal fiore hanno origine i semi che messi nel terreno, in condizioni favorevoli, danno origine a nuove piante simili a quella donde provengono.

Radice.

La radice è l'organo che serve ad assorbire dal terreno l'acqua, e con essa, sotto forma di soluzioni molto diluite, i sali minerali necessari al nutrimento della pianta.

Di solito la radice è formata da un asse principale — *fittone* — che si dirama in *fibre*, *barbe* e *barbicelle*, le quali ultime portano i cosiddetti peli succiatori sottilissimi, dotati di grande potere assorbente.

Talvolta la radice è priva di fittone e, non possedendo che fibre e barbe, si dice *radice fibrosa*. Altre volte si notano ingrossamenti della radice dovuti all'accumulamento di materiali di riserva; tali ingrossamenti prendono il nome di *tuberi* (es. babbieta e patata).

Fusto.

È un asse più o meno ramificato che si dirige verso l'alto, in continuazione della radice, per portare i rami e le foglie e per servire di passaggio ai liquidi circolanti nella pianta. Nei punti in cui le foglie si staccano dal fusto, si hanno i *nodi*; lo spazio tra un nodo e l'altro si dice *internodio*.

Il fusto può essere *legnoso* od *erbaceo*; nel primo caso è

costituito quasi totalmente da legno e perciò è rigido e resistente, nel secondo, come nelle erbe, è molle, flessibile e succoso. In generale il fusto è legnoso nelle piante a vita lunga, che possono raggiungere notevoli dimensioni; prende allora il nome di tronco. Talvolta il fusto è molto lungo e non sufficientemente robusto, e la pianta si solleva valendosi di altre, alle quali essa si avvolge (*piante volubili*) o vi si attacca mediante speciali organi (*cirri o viticci*), od in altro modo.

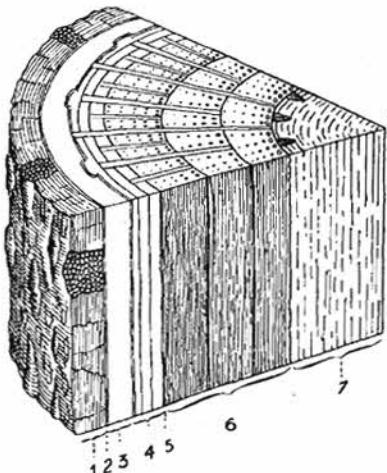


FIG. 10

Tagliando trasversalmente il fusto di una pianta, notiamo in esso tre zone: *la scorza* (o *corteccia*), *il legno* ed *il midollo*.

La corteccia è destinata alla protezione e nello stesso tempo al passaggio dei liquidi nutritivi; in essa si distingue una parte esterna rugosa e spesso morta, destinata a protezione, detta *sughero* (1), ed una parte sistemata a straterelli finissimi attraversati longitudinalmente da canaletti, detta *libro* (3-4).

Il legno che in genere costituisce la parte più importante del fusto, è formato da una sostanza dura disposta ad anelli concentrici, ognuno dei quali indica un anno di età (6).

Negli anelli si trovano i canali per i liquidi ascensionali detti *vasi legnosi*.

Il midollo (7) è formato da una sostanza più tenera; essa arriva dal centro alla periferia del tronco fino alla corteccia, per mezzo di raggiature dette *raggi midollari*.

Fra la corteccia e il legno esiste uno straterello appena visibile — *zona generatrice* (5) — che ha la funzione di generare nuovo legno verso l'interno e nuova scorza verso l'esterno.

Nelle piante erbacee il legno ed il libro non sono disposti come abbiamo descritto, ma costituiscono dei cordoni che percorrono da cima a fondo il fusto stesso; il midollo è assai più abbondante ed il sughero è sostituito da una pellicola protettiva detta epidermide.

Foglie.

Sono organi verdi e piatti, di solito piuttosto ampi; in esse si distingue la *lamina*, ovverosia la parte principale della foglia, ed il *picciolo* che serve per l'attacco ai rami; inoltre sono da notarsi le *nervature* che sono costituite dai vasi che attraversano tutta la superficie della foglia, ed hanno funzione di alimento e di sostegno.

Le foglie hanno forme e dimensioni svariatissime che non staremo ad enumerare, e possono essere persistenti o caduche.

La foglia nella pianta è un organo di capitale importanza, in quanto che in essa si compie, mediante l'ausilio della sostanza che colora in verde la foglia, detta *clorofilla*, quel fenomeno noto col nome di *fotosintesi clorofilliana*.

Mediante questa funzione, che si compie solo in presenza di luce e di una adatta temperatura, la pianta è capace di far combinare l'anidride carbonica che assorbe dall'aria con l'acqua che assorbe dal terreno, in modo da dare origine a varie sostanze necessarie alla vita della pianta stessa (amido, zucchero, cellulosa ecc.), liberando ossigeno.

È quindi evidente la necessità e l'importanza della *circolazione* dei diversi liquidi che attraversano la pianta: quelli acquosi per giungere alle foglie e quelli contenenti le sostanze nutritive dalle foglie a tutte le altre parti della pianta; circolazione che si compie come abbiamo veduto nei canali del legno e del libro, detti *vasi legnosi* e *vasi librosi* o *cribrosi*.

RESPIRAZIONE DELLE PIANTE

Anche nelle piante occorre un continuo sviluppo di energie per lo svolgimento delle varie funzioni vitali; tali energie, come negli animali, sono prodotte dalla respirazione che avviene con assorbimento di ossigeno ed emissione di anidride carbonica (1).

La respirazione è in relazione all'attività dei vari organi e nei vari stadi vitali della pianta; così i semi germoglianti,

(1) Nelle piante abbiamo quindi due funzioni distinte e cioè: 1° *funzione clorofilliana* mediante la quale, *solo di giorno*, si ha assorbimento di anidride carbonica ed emissione di ossigeno. 2° *respirazione* mediante da quale si ha assorbimento di ossigeno ed emissione di anidride carbonica. L'ossigeno assorbito e l'anidride carbonica emessa durante la respirazione, che si compie sempre sia di giorno che di notte, sono però in quantità trascurabili di fronte a quelle in gioco nella funzione clorofilliana.

i fiori e tutti gli organi in via di sviluppo respirano più intensamente.

Riproduzione.

Gli organi destinati a compiere questa funzione sono i *fiori*. Nei fiori più completi si distinguono le seguenti parti, partendo dal basso verso l'alto.

1) Il *peduncolo* che ha funzione di sostegno.

2) Il *calice* costituito da una corona di fogliette verdi dette *sepali* che proteggono il fiore.

3) La *corolla* costituita da una corona di foglie variamente colorate dette *petali* aventi l'ufficio di organi di attrazione.

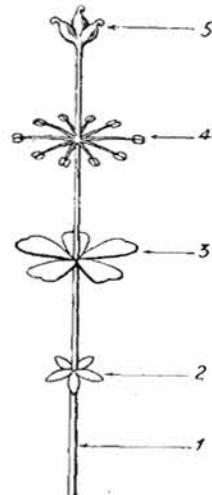


FIG. 11

4) Una corona di filamenti, detti *stami*, terminanti con una capochia: *antera*, contenente il *polline*, che è l'elemento maschile.

5) Uno o più corpuscoli claviformi, detti *pistilli*, contenenti nella parte più grossa: *ovario*, gli *ovuli*, cioè gli elementi femminili della riproduzione. La parte superiore del pistillo si presenta spesso un po' ingrossata e prende il nome di *stigma*.

Non è detto che tutte queste parti siano presenti in tutti i fiori, si hanno fiori *asepali* (senza sepali), *apetali* senza petali, *nudi* senza sepali e senza petali ed anche fiori solo *maschili* con soli stami, e *femminili* con soli pistilli.

Con la fecondazione, dovuta generalmente agli animali od al vento, l'ovario si ingrossa e si trasforma in *frutto*, mentre gli ovuli formano il *seme*. I frutti si presentano sotto varie forme; vi sono frutti carnosì e frutti secchi, a seconda che l'involucro del seme è costituito da una polpa carnosa e succosa (uva, pera ecc.) oppure da una membrana secca (legumi) o da una sostanza dura e legnosa (noce).

Il seme si presenta come una piccola massa di materia carnosa (*albume*), rivestita da una pellicola robusta e tenace

(*buccia*), che porta un corpuscolo allungato, detto *embrione*, destinato a formare la nuova pianta. In ogni embrione distinguiamo infatti una radichetta, un fusticino e una piccola gemma. La piantina in miniatura, da essi costituita, trovando prima nel seme e poi nel terreno il necessario nutrimento, germoglia, si sviluppa e forma la nuova pianta.

Anche il regno vegetale perpetua in tal modo la sua vita, seguendo le leggi imperscrutabili della natura.

VI.

ELEMENTI DI ARITMETICA E DI GEOMETRIA

ARITMETICA

Il numero serve ad esprimere ed a misurare una certa quantità di oggetti uguali compresi in un gruppo. La serie naturale dei numeri parte da 0 ed è infinita. Tutti i numeri, tranne lo zero, hanno un valore; lo zero ha l'ufficio di occupare il posto delle unità di qualunque ordine, mancanti in un numero. Lo zero inoltre, posto a sinistra di un numero, non ne altera il valore, mentre, invece, posto a destra, moltiplica per dieci il valore del numero stesso. Si chiama *decimale*, il sistema di numerazione che richiede dieci unità per formare una diecina, 10 decine per formare un centinaio, 10 centinaia per formare un migliaio, ecc. I numeri da uno a 10 si dicono di primo ordine, da 10 a 100 di secondo ordine, e così via. Il simbolo *uguale* ($=$) indica che due espressioni si equivalgono e che perciò si possono esprimere con lo stesso numero.

OPERAZIONI FONDAMENTALI SUI NUMERI

Addizione.

Dicesi addizione l'operazione che consente di sommare o riunire le unità di più numeri in un numero solo. Il risultato di tale operazione si chiama *somma* o *totale*, mentre i numeri che si addizionano si chiamano *addendi*. Il segno dell'addizione è $+$ e si legge *più*. Nella somma le cifre dello stesso ordine devono stare nella stessa colonna.

Proprietà della somma.

1° PROPRIETÀ COMMUTATIVA: mutando l'ordine degli addendi la somma non varia.

Esemp.: $5+7+2=14$ e così pure $7+5+2=14$.

2º PROPRIETÀ ASSOCIATIVA: la somma non varia se si sommano fra loro alcuni addendi e si prende questa nuova somma come nuovo addendo in luogo degli addendi sommati.

Esemp.: $5+7+2=14$ e così pure $5+9=14$.

3º PROPRIETÀ DISSOCIATIVA: una somma non varia se ad un addendo si sostituiscono diversi addendi, la cui somma sia eguale all'addendo sostituito.

Esemp.: $9+5=14$ e così pure $7+2+5=14$.

Sottrazione.

La sottrazione è l'operazione che permette di togliere dalle unità di un numero quelle di un altro numero minore. Il primo numero della sottrazione si dice *diminuendo*, il secondo *sottraendo* ed entrambi: *termini* della sottrazione. Il risultato della sottrazione si chiama *resto* o *differenza*. Il segno della sottrazione è — e si legge: *meno*. La sottrazione è l'operazione inversa dell'addizione.

Proprietà della sottrazione.

1º Aggiungendo una stessa quantità al diminuendo ed al sottraendo, la differenza non cambia.

Esemp.: $10 - 4 = 6$ e così pure $(10+3) - (4+3) = 6$.

2º Se da un numero bisogna sottrarre una somma, si possono sottrarre dal numero i singoli addendi della somma.

Esemp.: $40 - 30 = 10$ e così pure $40 - 20 - 10 = 10$.

3º Sommando il sottraendo col resto si ha il diminuendo e così si fa la prova della sottrazione.

Moltiplicazione.

Esemp.: $14 - 5 = 9$; $5 + 9 = 14$.

La moltiplicazione o prodotto, è l'operazione per mezzo della quale si fa la somma di più addendi uguali fra di loro. Il *moltiplicando* ci dice quante sono le unità di ciascuno di questi addendi, e si scrive per primo; il *moltiplicatore* ci dice quanti di essi bisogna prendere e si scrive per secondo. Moltiplicando e moltiplicatore si chiamano *fattori* e sono legati dal segno \times che si legge *moltiplicato*.

Il prodotto di un numero per zero è sempre uguale al numero stesso.

Proprietà della moltiplicazione.

1º PROPRIETÀ DISTRIBUTIVA: per moltiplicare un numero per una somma, basta moltiplicare il numero per ciascun addendo della somma e sommare i prodotti parziali ottenuti.

Esemp.: $5 \times (4+2) = 30$, così pure $(5 \times 4) + (5 \times 2) = 20 + 10 = 30$.

2º PROPRIETÀ COMMUTATIVA: invertendo l'ordine dei fattori il prodotto non cambia.

Esemp.: $7 \times 8 = 56$ e così pure $8 \times 7 = 56$.

Divisione.

La divisione è l'operazione che consente, dati due numeri, di trovarne un terzo, che moltiplicato per il secondo, dà il primo.

Chiamasi *dividendo* il primo numero dato, *divisore* il secondo e *quoziante* il terzo. Si dice *resto* l'eventuale differenza fra il dividendo e il prodotto del quoziante per il divisore. Tale resto è sempre più piccolo del divisore. Il segno di divisione è : e si legge *diviso per*.

Proprietà fondamentali della divisione.

1º Il prodotto del divisore per il quoziante, più il resto, è sempre uguale al dividendo.

Esemp.: $30 : 4 = 7$ con resto 2; $(4 \times 7) + 2 = 30$.

2º Se in una divisione si divide o si moltiplica tanto il dividendo come il divisore per lo stesso numero, il quoziante ed il resto non variano.

Esemp.: $28 : 4 = 7$; $(28 \times 3) : (4 \times 3) = 7$.

Per dividere un numero decimale per 10, 100, 1000, basta spostare la virgola da destra a sinistra rispettivamente di uno, due, tre posti. Inversamente si procede per la moltiplicazione.

Esemp.: $103,50 : 10 = 10,35$; $103,50 : 100 = 1,035$.

Quadrato.

Quando in una moltiplicazione il moltiplicando è eguale al moltiplicatore, avviene come se un numero fosse moltiplicato per sè stesso; si dice in tal caso che il numero viene elevato al quadrato oppure alla seconda potenza; l'operazione si esprime scrivendo un 2 a destra in alto del numero stesso.

Così, per esempio, l'operazione 3×3 , si esprime con 3^2 .

Nell'espressione 3^2 si distinguono il numero 3 che sta in basso e si chiama *base*, ed il 2, posto in alto, che si chiama *esponente*.

Cubo.

Se un numero, già elevato al quadrato, si moltiplica ancora per se stesso, si ottiene il cubo del numero dato.

Esemp.: $2 \times 2 \times 2 = 2^2 \times 2 = 2^3$.

Nel cubo abbiamo analogamente il numero in basso che si chiama base ed il numero in alto detto esponente.

Radice quadrata.

Si dice radice quadrata di un numero, quel numero che, elevato al quadrato, riproduce il numero stesso. La radice quadrata si esprime con il segno $\sqrt{}$

Esemp.: $\sqrt{9}=3$, perchè $3^2=9$.

Per estrarre la radice quadrata di un numero intero, si scomponete il numero in gruppi di due cifre a partire da destra; l'ultimo gruppo a sinistra potrà pertanto essere anche di una sola cifra. Si calcola a memoria la radice quadrata di poco più piccola del primo gruppo a sinistra e questa sarà la prima cifra della radice cercata. Si sottrae dal gruppo considerato il quadrato della radice trovata e si scrive alla destra della differenza trovata il secondo gruppo di cifre. Si separa poi la prima cifra a destra di questo gruppo e si dividono le decine così considerate per il doppio della cifra trovata alla radice; il quoziente sarà la seconda cifra della radice oppure una cifra troppo grande. Per verificarla si scrive questa cifra a destra del doppio della prima cifra trovata e si moltiplica il numero così formato per questa seconda cifra. Se il prodotto si può sottrarre dal re-

sto seguito dal secondo gruppo, la cifra trovata è buona, altrimenti si procede analogamente diminuendo questa cifra di una, due, tre unità, finchè si trova quel prodotto che si può sottrarre; la cifra trovata sarà la seconda cifra della radice. Per le altre cifre della radice si procede come per la seconda; se l'ultima sottrazione è zero, la radice è esatta, se invece dà un resto, questo è il resto dell'operazione.

FRAZIONI

Chiamasi frazione una parte dell'unità, quando questa viene divisa in un numero qualunque di parti uguali. In una frazione il numero superiore dicesi *numeratore*, quello inferiore *denominatore* e la lineetta che separa i due numeri dicesi *segno di frazione*. I due numeri si chiamano anche *termini*. Il denominatore di una frazione indica in quante parti è stata divisa l'unità, il numeratore invece quante di queste parti sono state prese. Per leggere una frazione si dice prima il numeratore come un numero e poi il denominatore, aggiungendo al numero la desinenza: esimo o esimi. Per i primi dieci numeri il denominatore si legge: unità, mezzi, terzi, quarti, quinti, sexti, settimi, ottavi, noni e decimi.

Esemp.: la frazione $\frac{3}{52}$ si legge: tre settimi e la frazione $\frac{3}{52}$ si legge: tre cinquantaduesimi.

52

Classificazione delle frazioni.

Le frazioni possono essere: *proprie*, *improprie* ed *apparenti*. Diconsi frazioni proprie quelle che hanno il numeratore minore del denominatore.

Esempio: $\frac{3}{8}, \frac{4}{9}, \frac{2}{15};$

Diconsi frazioni improprie quelle che hanno il numeratore maggiore del denominatore, ma non multiplo di questo.

Esempio: $\frac{4}{9}, \frac{8}{13}, \frac{16}{25};$

Diconsi frazioni apparenti quelle che hanno il numeratore uguale o multiplo del denominatore:

$$\text{Esempio: } \frac{3}{3}, \frac{21}{7}, \frac{8}{4}$$

Esse infatti non sono delle frazioni vere e proprie, perché dividendo il numeratore per il denominatore si ottengono numeri interi senza resto.

Per trasformare una frazione in un numero decimale basta dividere il numeratore per il denominatore.

$$\text{Esempio: } \frac{3}{4} = 0,75.$$

Operazioni sulle frazioni

ADDITIONE DI DUE FRAZIONI. — Per sommare due frazioni bisogna scrivere una terza frazione che ha per denominatore il prodotto dei denominatori dati e per numeratore la somma dei prodotti del numeratore della prima per il denominatore della seconda e del numeratore della seconda per il denominatore della prima. Esempio:

$$\frac{3}{4} + \frac{2}{3} = \frac{(3 \times 3) + (2 \times 4)}{4 \times 3} = \frac{9 + 8}{12} = \frac{17}{12}$$

SOTTRAZIONE DI DUE FRAZIONI. — Per sottrarre due frazioni si fa nello stesso modo dell'addizione, con la differenza che bisogna sottrarre e non addizionare i prodotti in croce.

Esempio:

$$\frac{3}{4} - \frac{2}{3} = \frac{(3 \times 3) - (2 \times 4)}{4 \times 3} = \frac{9 - 8}{12} = \frac{1}{12}$$

MOLTIPLICAZIONE DI DUE FRAZIONI. — Per moltiplicare due frazioni bisogna scrivere una terza frazione che ha per numeratore il prodotto dei numeratori e per denominatore il prodotto dei denominatori.

$$\text{Esempio: } \frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{6}{12}.$$

DIVISIONE DI DUE FRAZIONI. — Per dividere due frazioni si fa come per la moltiplicazione, tenendo presente di capovolgere la seconda frazione prima di fare il prodotto.

Esempio: $\frac{3}{4} : \frac{2}{3} = \frac{3}{4} \times \frac{3}{2} = \frac{9}{8}$.

ESERCIZI DI ARITMETICA

1) ESERCIZI SULLE QUATTRO OPERAZIONI FONDAMENTALI.

1) Una vasca contiene 3500 litri d'acqua; un rubinetto ad essa collegato eroga 1000 litri d'acqua all'ora, si vuol sapere quanta acqua resterà nella vasca dopo un'ora e 35 minuti.

Risoluzione:

Poichè il rubinetto eroga 1000 litri in un'ora, in un minuto erogherà litri $1000 : 60 =$ litri 16,6.

La durata d'erogazione è di un'ora e 35 m'; cioè di 95 m', perciò la quantità d'acqua uscita dalla vasca dopo questo tempo, si otterrà moltiplicando 16,6 per 95 e sarà eguale a 1577 litri.

L'acqua contenuta nella vasca era precedentemente di litri 3500.

Sottraendo da 3500, il numero 1577 dei litri erogati, si otterrà il numero dei litri d'acqua che sono rimasti nella vasca, litri che sono precisamente 1923.

2) Una pompa da incendio avente le caratteristiche 1500/8, tale cioè che può dare 1500 litri ad 8 atmosfere ogni minuto primo, è fatta funzionare a pieno carico con quattro getti d'acqua eguali. Si desidera sapere quale sarà l'erogazione di uno di questi getti durante il tempo di 32 minuti primi.

L'erogazione al minuto primo di ciascuno dei getti è data da:

$$1500 : 4 = 375 \text{ litri.}$$

Perciò l'erogazione di uno di essi durante il tempo di 32 m' sarà:

$$375 \times 32 = 12000 \text{ litri} = 12 \text{ metri cubi.}$$

2) ESERCIZI SULLE POTENZE E SULLE RADICI.

3) Trovare le radici quadrate dei numeri 16, 25 e 36 e cioè quei numeri che moltiplicati per sé stessi diano per prodotto 16, 25 e 36.

Per tentativi si trova che $4 \times 4 = 16$; $5 \times 5 = 25$; $6 \times 6 = 36$.

I numeri 4, 5 e 6 sono pertanto le radici quadrate, oppure le basi dei quadrati dei numeri dati.

4) Eseguire la seguente operazione:

$$(4^2 + 3) \times 3^2 + (24 - 5).$$

Eliminando le potenze, il primo addendo della somma diviene:
 $(16 + 3) \times 9 = 19 \times 9 = 171$.

Essendo il valore del secondo addendo della somma = 19, avremo:
 $171 + 19 = 190$.

3) ESERCIZI SULLE FRAZIONI.

5) Dato un litro d'acqua, supponiamo di prenderne prima $\frac{1}{5}$ e poi $\frac{6}{11}$; si vuol sapere quanta acqua è rimasta.

Risoluzione:

$$\frac{1}{5} + \frac{6}{11} = \frac{11 + 30}{55} = \frac{41}{55}$$

Ne saranno rimasti perciò $\frac{14}{55}$ che, aggiunti ai $\frac{41}{55}$ prelevati, danno $\frac{55}{55}$, pari ad un'unità e cioè ad un litro intero.

6) Moltiplicare e dividere fra loro le frazioni $\frac{2}{5}$ e $\frac{3}{4}$

Risoluzione:

$$\frac{2}{5} \times \frac{3}{4} = \frac{6}{20}$$

$$\frac{2}{5} : \frac{3}{4} = \frac{2}{5} \times \frac{4}{3} = \frac{8}{15}$$

7) A quale numero decimale corrisponde la frazione $\frac{5}{4}$?

Dividendo nella frazione il numeratore per il denominatore si ottiene che $\frac{5}{4}$ è uguale a 1,25.

G E O M E T R I A

FIGURE PIANE

La geometria studia il punto, la linea, le superfici, ed i volumi.

Il *punto* può paragonarsi ad un corpo minuscolo, senza lunghezza, né altezza, né larghezza.

La *linea* ha viceversa solo lunghezza.

La *superficie* presenta larghezza e lunghezza. (La più semplice superficie è il piano).

Il *volume*, a differenza della superficie, si sviluppa anche in altezza, esso perciò presenta lunghezza, altezza e larghezza.

La *figura geometrica* è un insieme di punti, linee e superfici; essa dicesi *piana* quando è tutta compresa in un piano.

La *retta* è la più semplice linea ed è paragonabile ad un filo teso; un pezzo di retta dicesi: *segmento*.

Il *piano* è la più semplice superficie e lo si può immaginare come la superficie di un tavolo, d'una lavagna, oppure quella del mare.

Dicesi *perimetro* di una figura piana la somma delle lunghezze dei lati che la contornano.

Dicesi *area* di una figura piana la parte di piano racchiusa fra i lati della figura stessa.

Angolo.

Due rette che si incontrano formano un angolo nella porzione di piano fra esse compreso.

Il punto d'incrocio chiamasi *vertice* dell'angolo.

Due rette parallele, non formano angolo, perchè non si incontrano mai.

L'angolo *retto* è quello formato da una livella a bolla d'aria e da un filo a piombo. Tale angolo misura 90 gradi. Tutti gli angoli più piccoli del retto si dicono *acuti* e tutti gli angoli più grandi si dicono *ottusi*.

Triangolo.

Una figura piana racchiusa da tre segmenti, si chiama triangolo. I segmenti diconsi *lati* del triangolo. I triangoli possono essere: *equilateri*, se hanno i tre lati uguali; *isosceli*,

se hanno due lati uguali; *scaleni*, se non hanno lati uguali. Un triangolo dicesi *rettangolo* quando uno dei suoi angoli è retto.

Se consideriamo in un triangolo il lato più basso come base, l'*altezza*, relativa a quella base, sarà la perpendicolare abbassata su di essa dal punto più lontano dalla base. Tale punto si dice *vertice opposto*.

Quadrilatero.

Si dice quadrilatero una figura piana avente quattro lati. Il *parallelogramma* è un quadrilatero che ha i lati opposti paralleli. Un parallelogramma che ha tutti i lati uguali e gli angoli retti dicesi *quadrato*. Un parallelogramma che ha solo gli angoli retti si dice *rettangolo*.

Trapezio.

Il trapezio è un quadrilatero che presenta due lati paralleli. Un trapezio che ha anche due angoli retti si dice *trapezio rettangolo*.

Poligoni.

Ogni parte di piano chiuso da una linea spezzata si chiama poligono. Dei poligoni di tre e di quattro lati già si è parlato, si dirà ora di quelli che hanno più di quattro lati. Tali sono il *pentagono*, l'*esagono*, ecc.

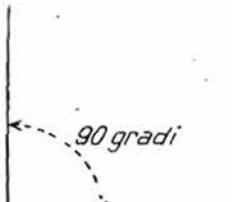
Un poligono dicesi *regolare* quando tutti i suoi lati sono uguali fra loro.

Dicesi *apotema* il segmento che unisce il centro di un poligono regolare con il punto di mezzo di uno dei suoi lati.

Circonferenza e Cerchio.

Quando i punti di una linea sono tutti ugualmente distanti da un punto fisso detto *centro*, tale linea dicesi *circonferenza*. La distanza comune del centro dai punti della circonferenza si chiama *raggio*; il doppio del raggio considerato nella stessa direzione ci dà il *diametro*. Una parte di circonferenza si chiama *arco*, ed il segmento che unisce gli estremi di un arco dicesi *corda*. La porzione di superficie compresa fra due raggi si chiama *settore circolare* e il settore circolare, limitato da un diametro, *semicerchio*. Tutto lo spazio chiuso dalla circonferenza ci dà il *cerchio*. Una retta che tocca in un sol punto la circonferenza si chiama *tangente*.

FIGURE PIANE
(*h* rappresenta l'altezza)



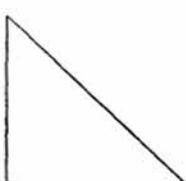
Angolo Retto



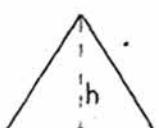
Angolo Ottuso



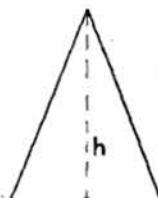
Angolo Acuto



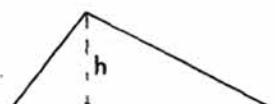
Rettangolo



Equilatero

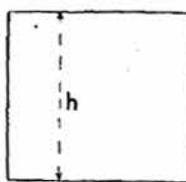


Isosele

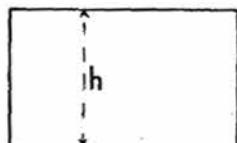


Scaleno

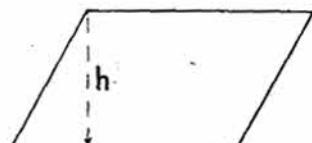
TRIANGOLI: *Perimetro* = alla somma dei lati.
Area = alla base moltiplicata per metà dell'altezza.



Quadrato

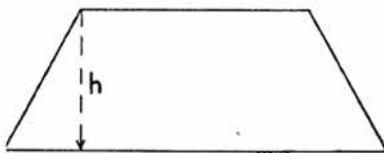


Rettangolo

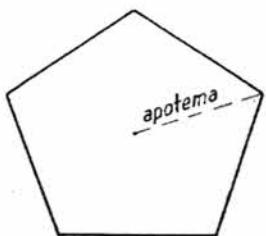


Parallelogramma

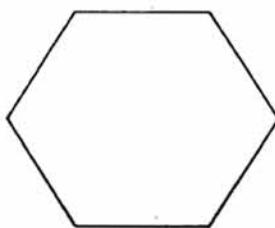
QUADRILATERI: *Perimetro* = alla somma dei lati.
Area = alla base moltiplicata per l'altezza.



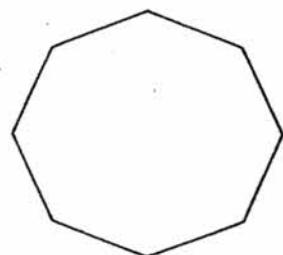
TRAPEZIO: *Perimetro* = alla somma dei lati.
Area = alla semisomma delle due basi moltiplicata per l'altezza.



Pentagono

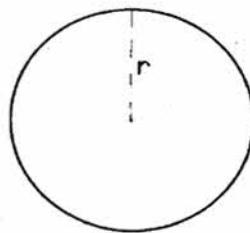


Esagono



Ottagono

POLIGONI REGOLARI: *Perimetro* = alla somma dei lati — *Apotema* = alla lunghezza di un lato moltiplicata per il rapporto fisso.
Area = al perimetro moltiplicato per metà dell'apotema.



CIRCOLO: *Circonferenza* = Diametro moltiplicato per il numero fisso π che è eguale a 3,14.
Area = Circonferenza moltiplicata per metà raggio, oppure raggio moltiplicato per il raggio e per 3,14.

VOLUMI O SOLIDI

Prisma.

Il prisma è un solido che ha due basi poligonali uguali, parallele ed unite per i vertici corrispondenti. Un prisma si dice quadrangolare, pentagonale, esagonale, ecc., a seconda che le sue basi siano quadrilateri, pentagoni, esagoni, ecc.

Il prisma più semplice è il *cubo*, le cui faccie sono costituite da tanti quadrati eguali fra loro. Il volume di un prisma si ottiene moltiplicando la superficie del poligono di base per l'altezza.

Piramide.

La piramide è un solido ottenuto collegando un punto ai vertici di un poligono, che si chiama *base* della piramide. Il punto dicesi *vertice* della piramide. Come per il prisma la piramide si dice a base triangolare, quadrangolare, ecc., a seconda che abbia per base un triangolo, un quadrangolo ecc.

Chiamasi *altezza* della piramide la distanza del vertice dal piano della base e si ottiene abbassando la perpendicolare dal vertice su detto piano e misurando il tratto di perpendicolare compreso fra il vertice ed il piano stesso.

Cilindro.

Il cilindro è un solido che ha per basi due cerchi paralleli. Chiamasi *altezza* del cilindro la distanza fra i due cerchi; essa si ottiene abbassando la perpendicolare da uno di essi sul piano dell'altro e misurandone il tratto fin contro il piano stesso.

Cono.

Il cono è un solido ottenuto congiungendo tutti i punti di una circonferenza con un punto posto fuori di essa. Il punto dicesi *vertice* del cono. La circonferenza chiamasi la *base* del cono.

L'*altezza* del cono è rappresentata dalla distanza fra il vertice ed il piano su cui si trova la base e si ottiene calando la perpendicolare dal vertice al piano stesso.

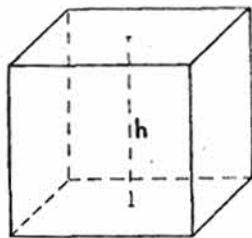
Sfera.

La sfera è un solido che si ottiene facendo ruotare un cerchio intorno ad un suo diametro.

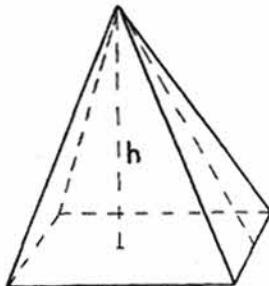
Dicesi *raggio* della sfera il raggio del cerchio accennato; così pure il *diametro* della sfera è quello del cerchio stesso.

S O L I D I

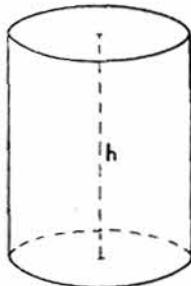
(h rappresenta l'altezza)



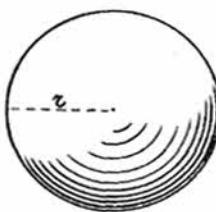
CUBO: *Superficie totale* = area della base moltiplicata per 6 — *Volumen* = area della base moltiplicata per l'altezza.



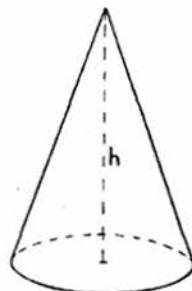
PIRAMIDE: *Superficie laterale* = alla somma delle aree di tutti i triangoli laterali — *Superficie totale* = all'area della base più l'area delle facce laterali — *Volumen* = all'area della base moltiplicata per $1/3$ dell'altezza.



CILINDRO: *Area laterale* = circonferenza della base moltiplicata per l'altezza — *Area totale* = area delle due basi più l'area laterale — *Volumen* = area della base moltiplicata per l'altezza.



SFERA: *Area della superficie sferica* = raggio moltiplicato per il raggio, moltiplicato per $3,14$, moltiplicato per 4 — *Volumen* = superficie sferica moltiplicata per $1/3$ del raggio.



CONO: *Area laterale* = circonferenza della base moltiplicata per metà dell'apotema — *Area totale* = area della base più l'area laterale — *Volumen* = area della base moltiplicata per $1/3$ dell'altezza.

ESERCIZI DI GEOMETRIA

ESERCIZI SUGLI ANGOLI.

- 1) Che angolo descrive in un quarto d'ora la lancetta dei minuti su un quadrante di orologio?
- 2) Che parte di un angolo retto è un angolo di 30 gradi?
- 3) Dato un angolo piatto è eguale a due angoli retti, due terzi di un angolo piatto quanti gradi misurano?

ESERCIZI SULLE FIGURE PIANE.

- 4) Calcolare la superficie in mq. di un triangolo che misura tre metri di base e 1,25 di altezza.
- 5) Calcolare la superficie di un quadrato avente ml. 1,70 di lato.
- 6) Dato un rettangolo avente 8 metri di base e 3,30 di altezza, calcolarne il perimetro e la superficie.
- 7) Sapendo che la superficie di un parallelogramma misura mq. 44 e conoscendo che esso misura m. 3,15 in altezza, calcolare la lunghezza del lato di base.
- 8) Dato il raggio (m. 128,50) di una circonferenza, calcolarne la lunghezza ed inoltre l'area del cerchio in essa racchiusa.
- 9) Sapendo che una circonferenza è lunga ml. 10, calcolare la superficie del cerchio corrispondente.
- 10) Calcolare la lunghezza della circonferenza del disco lunare, sapendo che la luna ha un raggio di 870 km.

ESERCIZI SUI SOLIDI.

- 11) Calcolare la superficie ed il volume di un cubo avente ml. 4,20 di lato.
- 12) Se in una cantina rettangolare di ml. $8 \times 4,20$ l'acqua raggiunge l'altezza di m. 0,80, si domanda il volume dell'acqua in mc., il numero dei litri d'acqua cui esso corrisponde ed il tempo che impiegherà una motopompa da 500 l. al m' a prosciugarla completamente.
- 13) Si domanda qual'è il volume di una cassa sapendo che il suo rettangolo di base misura 80 dm^2 e che la sua altezza è di 28 cm. Si domanda inoltre la superficie totale di essa in mq.
- 14) La piramide di Cheope in Egitto è quadrangolare regolare ed ha tutti gli spigoli di 237 m. Si domanda quale ne è il volume e l'area laterale, ed inoltre quanti Kg. di vernice occorrebbero per verniciarla, posto che con un Kg. se ne possano verniciare mq. 7,30.
- 15) Sapendo che la terra ha un raggio di Km. 6368 calcolarne l'area della superficie ed il volume.
- 16) Quanti ettolitri d'acqua si devono togliere da una cisterna cilindrica verticale, avente il diametro di m. 7,80, se si vuole abbassare il livello di 70 cm.? E quale portata dovrebbe avere un'autopompa per effettuarne l'estrazione in dodici minuti?

UNITA' DI MISURA

La scienza procede con criteri di rigorosa esattezza, e pertanto, con pari rigore, sono state stabilite per ciascuna grandezza le unità di misura fondamentali, nonchè i multipli ed i sottomultipli di esse.

La più importante tra le unità di misura è il METRO, che corrisponde alla quarantamilionesima parte del meridiano terrestre.

Sul metro si basano principalmente, le unità di misura per le lunghezze, le superfici ed i volumi. Il metro è inoltre l'unità di misura fondamentale del sistema metrico decimale, che offre il pregio notevolissimo di usare il numero dieci con i suoi multipli (100 - 1000 - 10.000 - 100.000 - 1 milione ecc.) e sottomultipli ($1/10$ - $1/100$ - $1/1000$ - $1/10.000$ - $1/100.000$ - 1 milionesimo), come rapporto fra l'unità di misura fondamentale ed i suoi multipli e sottomultipli.

Vediamo ora partitamente le unità di misura ed i relativi simboli, adottati per la misurazione delle varie specie di grandezze.

Lunghezza.

L'unità di misura base è il metro (m. o ml.).

MULTIPLI: decametro (dam) = 10 m.; ettometro (hm) = = 100 m.; chilometro (km) = 1000 m.; miriametro (Mm) = = 10.000 m.

SOTTOMULTIPLI: decimetro (dm) = decimo di metro; centimetro (cm.) = centesimo di metro; millimetro (mm.) = = millesimo di metro; micron (μ) = milionesimo di metro.

Altre misure di lunghezza non decimali sono: il pollice = = 0,0254 m. = 25,4 cm.; il miglio = 1609,31 m.; il miglio geografico o marino o nodo = 1851,85 m.

Si usano inoltre nelle varie regioni d'Italia unità di misura di carattere locale.

Superficie.

L'unità di misura base è il metro quadrato (m^2 o mq.).

MULTIPLI: decametro quadrato o ara (dam^2) = 100 mq.; pertica metrica o censuaria = 1000 mq.; ettometro quadrato o ettaro (hm^2 o anche He) = 10.000 mq.; chilometro quadrato (km^2) = 1.000.000 mq.

SOTTOMULTIPLI: decimetro quadrato (dcm^2) = centesimo di mq.; centimetru quadrato (cm^2) = decimillesimo di mq.; millimetro quadrato (mm^2) = milionesimo di mq.

Nelle misure di superficie il rapporto fra i successivi multipli e sottomultipli del metro-quadrato è eguale a 100, perciò come praticamente si può constatare, in un metro quadrato trovano posto cento decimetri quadrati, cioè cento piccole superfici quadrate aventi per lato un decimetro.

Volume.

Unità di misura base è il metro cubo (m^3 o mc.).

MULTIPLI: decametro cubo (dam^3) = 1000 m^3 ; ettometro cubo (hm^3) = 1.000.000 m^3 ; chilometro cubo (km^3) = 1.000.000.000 m^3 .

SOTTOMULTIPLI: decimetro cubo (dcm^3) = millesimo di m^3 ; centimetro cubo (cm^3 o cc.) = milionesimo di m^3 ; millimetro cubo (mm^3) = miliardesimo di m^3 .

Per il motivo già detto, il rapporto fra i successivi multipli e sottomultipli del metro cubo è eguale a mille.

Capacità o volume dei liquidi.

L'unità di misura fondamentale è il litro (l.) = 1 dcm^3 .

MULTIPLI: ettolitro (hl) = 100 litri; chilolitro (kl) = 1000 litri.

SOTTOMULTIPLI: decilitro (dcl) = decimo di litro; centilitro (cl) = centesimo di litro; millilitro (ml.) = millesimo di litro.

Altre misure di capacità sono: il gallone = 4,543 litri.

Nelle varie regioni d'Italia si hanno anche frequentemente misure locali di capacità.

Tempo.

Unità base del tempo è il giorno == al tempo che impiega la terra a ruotare completamente intorno a sè stessa.

MULTIPLI del giorno sono: il mese == 30 giorni, e talvolta 28, 29 e 31; l'anno solare == 365 giorni 6.h, 9', 11"; il lustro == 5 anni; il secolo == 100 anni.

SOTTOMULTIPLI del giorno sono: l'ora (h) == 1/24 del giorno; il minuto primo (1') == 1/60 dell'ora; il minuto secondo (1'') == 1/60 del 1' == 1/3600 dell'ora.

Peso o Forza.

Unità di misura base è il grammo (g.) == al peso di un cm³ d'acqua alla temperatura di 4 gradi.

MULTIPLI: decagrammo (dag) == 10 grammi; etogrammo (hg.) == 100 grammi; chilogrammo (kg.) == 1000 grammi; miriagrammo (Mg) == 10.000 g.; quintale (q. o ql.) == 100 kg.; tonnellata (t.) == 10 ql. == 1000 kg. == 1.000.000 di grammi.

SOTTOMULTIPLI: decigrammo (dcg) == decimo di grammo; centigrammo (cg) == centesimo di grammo; milligrammo (mg) == millesimo di grammo.

Altre misure di peso sono: la libbra == 0,4536 di kg.; l'oncia == 28,35 g.

Nelle varie regioni d'Italia sono usate anche altre misure di peso di carattere locale.

Pressione o Compressione e Trazione.

Corrisponde a un peso o forza per unità di superficie.

Le due misure più usate per la pressione sono:

Chilogrammo per centimetro quadrato (kg. per cm²).

Atmosfera (atm.) == 1,033 kg. per cm².

È anche talvolta usato il chilogrammo per millimetro quadrato (kg. per mm²).

Lavoro.

Corrisponde ad una forza che agisce per una certa lunghezza e quindi ad una forza moltiplicata per una lunghezza.

Corrisponde anche ad una potenza, quale il cavallo o il chilowatt, che agisce per un certo tempo e quindi ad una potenza moltiplicata per un tempo.

Unità di misura base è il chilogrammetro (kgm.) = alla forza di 1 kg. agente per la lunghezza di 1 m.

Altre unità di lavoro sono: il cavallo ora (HPh.) = al lavoro fatto in un'ora dalla potenza di un cavallo = 270.000 kgm; il watt ora (Wh.) = al lavoro fatto in ora dalla potenza di un watt. = 367,2 kgm.; il chilowatt ora (Kwh.) = al lavoro fatto in un'ora dalla potenza di un chilowatt = 367.200 kgm.; Joule (j) = lavoro compiuto da 1 coulomb attraversando un conduttore avente la resistenza di 1 ohm.

Potenza.

Corrisponde al lavoro fatto nell'unità di tempo.

L'unità di potenza base è il chilogrammetro-secondo (kgm. per 1''), che rappresenta la potenza di una macchina capace di fare il lavoro di 1 kgm. nel tempo di 1''.

Le unità pratiche di potenza sono tuttavia: il cavallo (HP) = 75 kgm. per 1''; il Watt (W) = 0,102 kgm. per 1''; il chilowatt (Kw.) = 102 kgm. per 1''.

Queste ultime due unità di potenza si usano particolarmente per le misure elettriche.

Calore.

Unità di misura base del calore è la calorìa che è eguale alla quantità di calore necessaria per riscaldare un kg. d'acqua da 14,5 a 15,5 gradi.

Questa chiamasi anche grande calorìa, mentre invece dicesi piccola calorìa o calorìa-grammo, la quantità di calore necessaria per riscaldare un grammo d'acqua da 14,5 a 15,5 gradi.

Una calorìa corrisponde perciò a mille piccole calorie.

Temperatura.

Unità di misura base della temperatura, è il grado centesimale o di Celsius, corrispondente ad un centesimo della differenza di temperatura che esiste fra l'acqua che sta solidificandosi e l'acqua che bolle.

Altre unità usate sono il grado Reaumur = 1,25 gradi Celsius e il grado Fahrenheit = 0,555 gradi Celsius.

Quantità di elettricità.

Unità base di misura è il Coulomb (C) = quantità di elettricità che passa in 1" attraverso ad un circuito percorso dalla corrente con l'intensità di un ampère.

Multipli: megacoulomb (MC) = un milione di coulomb.

Sottomultipli: microcoulomb (μ C) = milionesimo di coulomb.

Altro unità di misura: l'ampère-ora (Ah) = 3600 coulomb = quantità di elettricità fornita in un'ora da una corrente avente l'intensità di un ampère.

Intensità di elettricità.

Corrisponde alla quantità di elettricità che passa in 1" attraverso la sezione di un conduttore. Essa è perciò paragonabile alla portata di un circuito idrico.

Unità base di misura è l'Ampère (A) = all'intensità occorrente per precipitare 0,001118 grammi di argento al 1" in una soluzione di nitrato d'argento.

Sottomultipli: il millampère (mA) = millesimo di ampère.

Forza elettromotrice o potenziale elettrico.

Corrisponde alla tendenza di espandersi che una certa quantità di elettricità possiede, oppure alla tensione di scaricarsi, perciò dicesi anche tensione. Nel parallelo con un circuito idrico corrisponde alla pressione dell'acqua.

Unità base di misura è il Volta (V.) = al potenziale elettrico che agendo su un conduttore, avente la resistenza di un ohm, vi induce l'intensità elettrica di un ampère.

Resistenza elettrica.

È la resistenza che un corpo presenta al passaggio dell'elettricità.

Unità base di misura è l'Ohm (O) = alla resistenza elettrica offerta a 0° da una colonna di mercurio, avente la sezione di 1 mm² e l'altezza di 1,063 m..

Multipli: megaohm (MO) = milione di ohm.

Sottomultipli: microhm. (μ O) = milionesimo di ohm.

Sistema di misura C. G. S.

Per le unità meccaniche di misura, oltre al sistema ordinario esposto, ha un'importanza notevolissima il sistema C. G. S., basato sulle tre unità fondamentali: centimetro, grammo, secondo.

Le unità di misura principali di tale sistema sono:

FORZA: dina (forza necessaria per imprimere in un 1", la velocità di un cm. al 1" alla massa di 1 gr.).

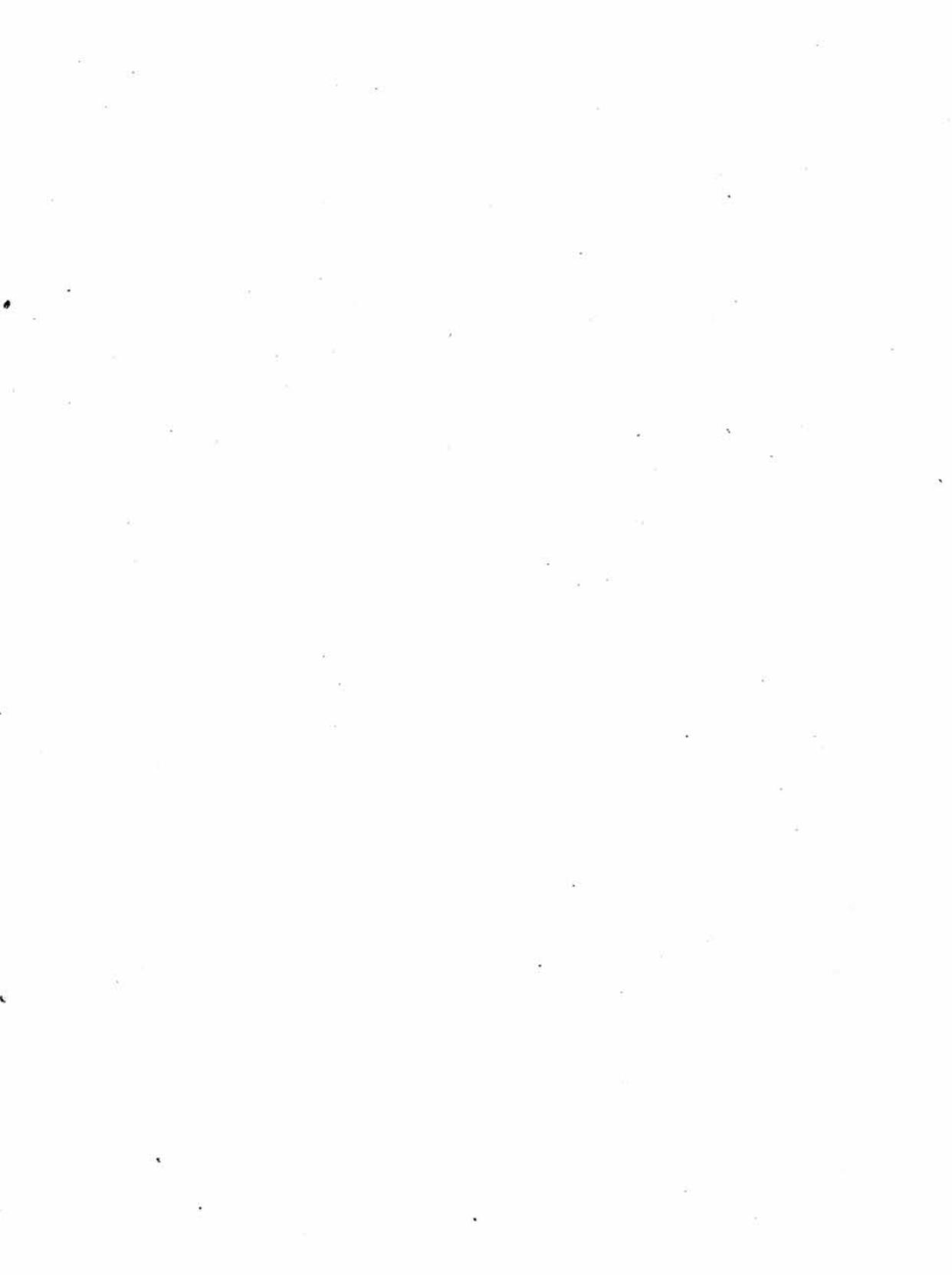
LAVORO: ergon (lavoro fatto da una dinà nello spazio di 1 cm.).

POTENZA: ergon al 1".

EQUIVALENZA DELLE DIVERSE UNITÀ DI ENERGIA

(Tabella estratta dal manuale Colombo)

	Ergon	Caloria	Kgm.	Joule	Watt-ora	Kw-ora	HP-ora
Ergon . .	1	$24 \cdot 10^{-12}$	$1,02 \cdot 10^{-8}$	10^{-7}	$277,8 \cdot 10^{-18}$	$277,8 \cdot 10^{-16}$	$377,8 \cdot 10^{-16}$
Caloria . .	$4166 \cdot 10^7$	1	425	4166	1,1574	0,0011574	0,001575
Kgm. . .	$9,803 \cdot 10^7$	0,002353	1	9,803	0,002723	$2723 \cdot 10^{-9}$	$3,703 \cdot 10^{-6}$
Joule . .	10^7	$240 \cdot 10^{-6}$	0,102	1	$278 \cdot 10^{-6}$	$278 \cdot 10^{-9}$	$0,3778 \cdot 10^{-6}$
Watt-ora . .	$3600 \cdot 10^7$	0,864	367,2	3600	1	0,001	0,001359
Kw-ora . .	$3600 \cdot 10^{10}$	864	367200	3600000	1000	1.	1,359
HP-ora . .	$2646,81 \cdot 10^{10}$	635,32	270000	2646810	735,2	0,7352	1



CULTURA
TECNICA

VII.

ELEMENTI DI MECCANICA DEI SOLIDI^(*)

PREMESSE

Un corpo è in *moto* quando in tempi successivi occupa posizioni diverse nello spazio, in *quiete* quando occupa sempre la medesima posizione.

Un corpo non può da solo modificare il suo stato di quiete o di moto.

Di conseguenza quando un corpo che è in quiete, lo vedremo muoversi ed un corpo che è in moto, lo vedremo rallentare il suo movimento, oppure accelerarlo, oppure fermarsi, si dovrà sempre pensare che una causa ha prodotto il cambiamento che abbiamo osservato.

Tale causa è detta *forza*.

La *Meccanica* è la scienza che studia le leggi del moto dei corpi. Essa si suddivide in tre parti: cinematica, statica e dinamica.

La *cinematica* è quella parte della meccanica che studia il moto dei corpi indipendentemente dalle forze che lo producono.

La *statica* è quella parte della meccanica che studia le leggi per le quali le forze che agiscono sui corpi si fanno

(*) In questo capitolo si sono esposti in forma necessariamente piana tutti gli argomenti della meccanica dei solidi che interessano i sottufficiali ed i vigili del fuoco, ma sono stati accennati anche alcuni concetti fondamentali ritenuti indispensabili a coloro che vorranno intraprendere la specializzazione per meccanici e motoristi.

equilibrio ed i corpi rimangono quindi in quiete oppure in movimento.

La *dinamica* è quella parte della meccanica che studia le leggi del moto dei corpi in relazione alle forze che lo producono.

C I N E M A T I C A

GENERALITÀ

Nessun corpo della natura è in *quiete assoluta* e di conseguenza non si può in alcun modo studiare il *moto assoluto*, perchè a tal fine sarebbe necessario riferire il corpo in moto a punti assolutamente in quiete, per vedere se da essi si allontani, oppure se si avvicini a loro oppure se giri loro intorno.

Noi sappiamo che la terra si muove attorno al proprio asse ed attorno al Sole; ecco quindi che tutto ciò che vediamo sulla terra è realmente sempre in moto; noi però possiamo astrarci da ciò, perchè effettivamente la posizione relativa dei corpi, gli uni rispetto agli altri, non muta in quanto tutti partecipano ai moti della Terra.

È dunque sempre quistione di *moto relativo*, ossia riferito a punti in moto che noi consideriamo come fissi.

Così ad esempio si può studiare il moto di un treno rispetto ad una stazione che si suppone in quiete, mentre invece tanto il treno che la stazione prendono parte ai moti della terra.

Prendiamo a considerare per semplicità un *punto materiale*, cioè una piccolissima particella di un corpo qualunque.

A seguito delle considerazioni esposte, diremo dunque che un punto materiale è in moto oppure è in quiete rispetto ad un altro, che considereremo fisso, quando relativamente a questo, esso occupa in tempi successivi posizioni diverse nello spazio, oppure sempre la stessa posizione.

Per conoscere il moto di un punto materiale è necessario specificarne gli elementi e cioè: traiettoria, direzione e velocità.

Le successive posizioni assunte da un punto materiale in movimento danno luogo ad una linea alla quale si dà il nome di *traiettoria*. Se questa traiettoria è una retta il moto si dice

rettilineo, se invece è una curva il moto prende il nome di *curvilineo*.

In particolare poi si dice che il moto è *circolare* se tale traiettoria curva è una circonferenza, *ellittico*, se è una elisse, *parabolico* se è una parabola, ecc.

Un punto materiale può muoversi lungo una determinata traiettoria in un senso oppure nel senso opposto: si ha così l'idea della *direzione del moto*.

Infine lo stesso punto materiale può muoversi lungo una determinata traiettoria più o meno velocemente, cioè il suo moto può essere più o meno veloce: si ha così l'idea della *velocità* del moto e potremo quindi dire che la *velocità* è l'attitudine che ha un punto materiale a percorrere uno spazio maggiore o minore in un dato tempo.

MOTO UNIFORME

Se un punto materiale percorre spazi uguali in tempi uguali, comunque piccoli, ossia se impiega sempre lo stesso tempo a percorrere un determinato spazio, il moto si dice *uniforme*.

Se invece il punto materiale percorre spazi diversi in tempi uguali comunque scelti, il moto si dice *vario*.

E si dirà che è *accelerato* se gli spazi percorsi in tempi uguali e successivi vanno aumentando, e che è *ritardato* nel caso opposto, ossia se gli spazi percorsi in tempi uguali e successivi vanno diminuendo.

Nel moto uniforme la velocità è misurata dallo spazio percorso nell'unità di tempo.

Comunemente si sceglie per unità lineare dello spazio il metro e per unità di tempo il secondo; ed allora se un punto materiale percorre v metri in un minuto secondo, in t secondi percorrerà metri:

$$s = vt$$

Questa relazione (*legge del moto uniforme*) permette di calcolare una delle tre grandezze s , v , t quando siano note le altre due.

Abbiamo infatti:

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{e} \quad t = \frac{s}{v}$$

La relazione $s = v t$, ci dice inoltre che nel *moto uniforme* lo spazio percorso dal mobile è proporzionale al tempo impiegato a percorrerlo.

MOTO VARIO

Si è visto che nel moto uniforme il rapporto $\frac{s}{t}$ ha sempre lo stesso valore e misura senz'altro la velocità che si mantiene costante.

Ciò non è nel moto vario. — Per tale moto, quando si considerano due istanti determinati, il rapporto dello spazio s , percorso tra l'uno e l'altro istante, all'intervallo di tempo t che li separa misura la *velocità media*, la quale sarebbe quindi la velocità che il punto avrebbe se percorresse con moto uniforme lo stesso spazio s nello stesso tempo t .

Si avrà quindi

$$v_m = \frac{s}{t}.$$

Supponiamo, che un punto si sia mosso da una determinata posizione lungo una certa traiettoria, dapprima lentamente, abbia poi accelerato il suo movimento, abbia dopo percorso un lungo tratto a velocità costante ed infine abbia rallentato prima di fermarsi alla posizione di arrivo, e supponiamo che, dall'inizio del moto al termine, abbia percorso 144 Km. in 2 ore: da ciò non potremo certamente dedurre che in ogni ora abbia percorso 72 Km. oppure che in ogni minuto secondo abbia percorso:

$$\frac{\text{km. 144}}{20 \times 60 \times 60} = \frac{\text{m. 144000}}{7200} = \text{m. 20},$$

e ciò perchè abbiamo premesso che esso ha dapprima accelerato il suo moto.

Però potremo dire che se quel punto avesse percorso in ogni minuto secondo 20 metri, in 2 ore avrebbe percorso 144000 m. = 144 Km.

Questa di 20 metri al minuto secondo è appunto la cosiddetta *velocità media*: essa differisce evidentemente dalle *velo-*

cità vere, dette *attuali*, o *istantanee*, che il punto ha realmente assunto nei successivi istanti del suo moto; velocità necessariamente diverse le une dalle altre e precisamente crescenti nel primo periodo in cui il punto ha accelerato, costanti poi, e finalmente decrescenti quando il punto rallentava.

Quanto si è finora detto intorno alla velocità è applicabile tanto al moto rettilineo quanto a quello curvilineo, con la sola differenza che nel rettilineo la direzione del moto è sempre la stessa mentre in quello curvilineo la direzione del moto varia di continuo, quindi non si può assegnare una volta per tutte, ma bisogna conoscerla d'istante in istante.

Nel *moto uniforme* e *rettilegno* sono costanti la velocità e la direzione; nel *moto rettilineo vario* è costante la sola direzione; in quello *curvilineo uniforme* è la sola direzione che varia.

MOTO UNIFORMEMENTE VARIO

Fra gli infiniti moti vari merita speciale menzione il *moto uniformemente vario*, il quale si verifica quando la velocità è soggetta, in tempi uguali, ad una variazione costante.

La variazione della velocità nell'unità di tempo prende il nome di *accelerazione*: se è in aumento si dice che il moto è *uniformemente accelerato*, se è in diminuzione si dice che il moto è *uniformemente ritardato*.

In entrambi i casi la velocità varia proporzionalmente col tempo. Così nel moto uniformemente accelerato, se indichiamo con a l'aumento costante di velocità per ogni minuto secondo (unità di tempo) e se consideriamo che il corpo parta dalla quiete (velocità zero), si ha evidentemente che nel primo minuto la sua velocità sarà a , nel secondo minuto sarà $a+a=2a$, nel terzo minuto sarà $2a+a=3a$ e così via.

Quindi in t minuti il mobile acquisterà la velocità

$$(1) \quad v = ta$$

Se invece al principio il mobile ha una velocità iniziale u , la sua velocità alla fine del tempo t sarà invece

$$(2) \quad v = u + ta$$

Interessa poi di poter conoscere lo spazio percorso in un dato tempo t .

Se il corpo parte dalla quiete e raggiunge dopo t secondi la velocità $v = ta$ è come se avesse percorso tutto lo spazio con una velocità costante media tra la iniziale e la finale:

$$v_m = \frac{ta}{2}$$

che è evidentemente la media delle velocità possedute nel tempo t.

Ma quando la velocità è costante noi sappiamo che lo spazio percorso in t secondi è

$$(3) \quad s = v_m t = \frac{at^2}{2}$$

Se invece il corpo parte già con una velocità iniziale u e raggiunge alla fine del tempo t la velocità $v = u + ta$, è come se esso avesse percorso tutto lo spazio con una velocità costante media

$$v_m = \frac{u + (u + ta)}{2} = \frac{2u + ta}{2} = u + \frac{ta}{2}$$

e quindi lo spazio percorso in t secondi sarà:

$$(4) \quad s = \left(u + \frac{ta}{2} \right) t = ut + \frac{at^2}{2}$$

Le relazioni (1), (2), (3) e (4) servono a risolvere tutti i problemi sul *moto uniformemente accelerato*.

Pel caso del moto uniformemente ritardato, occorre evidentemente che il corpo, all'inizio del moto abbia una *velocità iniziale u*, la quale va via via diminuendo durante il moto.

Se indichiamo sempre con a la perdita di velocità per ogni secondo (*accelerazione negativa*), in t secondi il corpo avrà perduto la velocità ta e quindi la sua velocità sarà:

$$(5) \quad v = u - ta$$

La media delle velocità possedute dal corpo durante il tempo t, cioè la media fra la velocità iniziale u e la velocità finale ($u - ta$) è:

$$v_m = \frac{u + (u - ta)}{2} = u - \frac{ta}{2}$$

e quindi lo spazio percorso in t secondi sarà evidentemente:

$$s = t(u - \frac{ta}{2})$$

e cioè

$$(6) \quad s = ut - \frac{at^2}{2}$$

Le relazioni (5) e (6) servono a risolvere tutti i problemi sul *moto uniformemente ritardato*.

Sappiamo per esperienza che qualunque corpo abbandonato a sè stesso cade e che nel cadere accelera il suo movimento.

Osservando attentamente, a mezzo anche di speciali apparecchi, tale movimento si arriva a constatare che il moto di un corpo che cade è uniformemente accelerato.

Analogamente, se studiamo il moto di salita di un corpo lanciato verticalmente in alto, si trova che il suo moto è invece uniformemente ritardato.

MOTO PERIODICO

Un moto si chiama periodico quando il punto mobile riprende la stessa posizione sulla traiettoria ad intervalli regolari di tempo (ad esempio dopo 2 secondi, dopo 4 secondi, dopo 6 secondi ecc.).

Il tempo necessario affinché il mobile riprenda la stessa posizione (e la stessa velocità) si chiama *periodo* e si suole indicare con la lettera T.

Per esempio sono moti periodici: quello di un automobile o di un ciclista su di una pista (supponendo che ogni giro di pista duri lo stesso tempo); quello di uno stantuffo che scorre avanti ed indietro nel cilindro di un motore; quello di una pallina appesa ad un filo che oscilla a guisa di pendolo, ecc.

Tra i moti periodici citeremo i due seguenti:

1) IL MOTO CIRCOLARE UNIFORME che è quello di un punto che descrive con moto uniforme e con velocità v un cerchio di raggio r.

Da quanto si è sopra detto il periodo T è allora il tempo necessario per fare un giro ed è quindi espresso da:

$$T = \frac{\text{lunghezza della circonferenza di raggio } r}{\text{velocità}} = \frac{2\pi r}{v};$$

dalla quale si ha che:

$$v = \frac{2\pi r}{T};$$

con questa relazione, conoscendo la velocità si può calcolare il periodo e viceversa conoscendo il periodo si può calcolare la velocità.

2) IL MOTO ARMONICO è un moto periodico che nella tecnica ha grandissima importanza, e si chiama anche *moto oscillatorio* o *vibratorio semplice* o *moto pendolare*.

Tale moto possiamo pensarlo realizzato nel seguente modo:

Consideriamo un punto P che percorra con moto uniforme una circonferenza (fig. 32), proiettiamo il punto P sopra una retta qualunque e sia P' la proiezione di P .

Osserviamo allora che mentre il punto P descrive continuamente la sua traiettoria circolare, la proiezione P' percorre con moto alterno il segmento RQ oscillando continuamente da R a Q e da Q a R e così via.

Il tempo necessario perchè il punto P' percorra il segmento RQ due volte (andata e ritorno), è il *periodo* del moto armonico.

È evidente che nel moto armonico *la velocità non è costante*: essa è nulla sia nel punto R che nel punto Q , massima nel punto di mezzo del segmento RQ ; ha un certo senso (ad es.: positiva) da R a Q , senso opposto (negativa) da Q a R e facilmente si intuisce che il moto è accelerato (non uniformemente) da R fino al punto di mezzo di RQ , poi ritardato fino a Q , poi ancora accelerato, ecc.

Un moto armonico si può praticamente realizzarlo facilmente facendo girare una piccola sfera con moto uniforme intorno ad un asse: la sua ombra si muoverà con moto armonico.

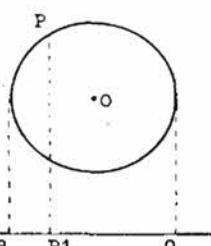


FIG. 32

MOTO DI UN CORPO RIGIDO

Tutto ciò che si è precedentemente detto vale, a rigore, per il movimento di un punto materiale; però possiamo applicarlo anche al moto di un *corpo rigido* (ossia indeformabile), purchè questo moto sia *traslatorio*.

Diremo che il moto di un corpo è traslatorio quando, fissati sul corpo stesso due punti A e B qualunque (fig. 33), il segmento AB durante il moto resta sempre parallelo a sè stesso.

Allora tutti i punti del corpo in questione descriveranno traiettorie (rettilinee o curve) identiche, cioè sovrapponibili, sicchè il movimento del corpo resta perfettamente determinato quando si conosca il movimento di un suo punto qualunque.

In pratica molto raramente si hanno veri e propri moti traslatori: ad esempio si può considerare che un veicolo abbia un moto traslatorio (a prescindere dalle ruote) soltanto se corre in una strada perfettamente diritta; ma l'errore che si commette, considerando come traslatori molti movimenti che a rigore non lo sono, è spesso trascurabile.

Un altro movimento che può essere assunto da un corpo è il *moto rotatorio*, che si ha quando il corpo ruota attorno ad un asse fisso, sicchè tutti i suoi punti descrivono altrettante circonferenze con i centri sopra una stessa retta, che è chiamata *asse di rotazione*.

È chiaro che ciascun punto del corpo, durante tale movimento, si mantiene sopra un piano perpendicolare all'asse di rotazione detto *piano di rotazione* e che tutti i punti del corpo rotante hanno velocità tanto maggiori, quanto più sono lontani dall'asse di rotazione.

Esempi di corpi aventi moto rotatorio sono le puleggie di trasmissione, i rotorì delle macchine elettriche, i volani, ecc.

Anche il moto rotatorio può essere *uniforme* o *vario* secondo che il corpo ruota di angoli uguali in tempi uguali oppure no.

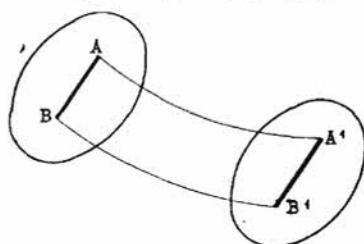


FIG. 33

In pratica interessano principalmente i *moti rotatori uniformi*.

Come il moto traslatorio uniforme è caratterizzato dalla velocità (spazio percorso nell'unità di tempo, ossia in un secondo), così il moto rotatorio è caratterizzato dalla *velocità angolare* cioè dall'*angolo descritto in un secondo* (unità di tempo) da un raggio perpendicolare all'asse di rotazione.

E si dirà quindi evidentemente che la velocità angolare è uguale ad uno, quando l'angolo descritto nell'unità di tempo è uguale ad uno. Per misura di un dato angolo si prende il rapporto fra l'arco di circonferenza intercetto fra i suoi lati ed il raggio della circonferenza stessa, il che equivale ad assumere come unità (detta *radiane*) l'angolo che intercetta un arco di circonferenza uguale al raggio. Così se T è il periodo del moto rotatorio ossia, come si è già visto, il tempo in secondi necessario ad un punto per fare un giro (ossia per percorrere la intiera circonferenza) con moto uniforme, la sua velocità angolare intorno al centro sarà data da:

$$w = \frac{\text{circonferenza percorsa misurata in radianti}}{\text{tempo impiegato a descriverla}} = \frac{\frac{2\pi r}{r}}{T} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi}{T}$$

e siccome

$$\frac{2\pi r}{T} = v = \text{velocità del punto},$$

si ha evidentemente anche che:

$$w = \frac{v}{r}$$

dalla quale si ha che:

$$v = wr$$

e cioè che la velocità di un punto, animato di moto rotatorio uniforme intorno ad un altro punto, è data dal prodotto della velocità angolare per la distanza del punto rotante dal centro di rotazione.

Se $T = 1''$ ossia se il punto rotante compie un giro in un minuto secondo si ha evidentemente che

$$w = 2\pi$$

Se $T = \frac{1}{2}$ minuto secondo, ossia se il punto rotante compie 2 giri in un minuto secondo si ha che

$$w = \frac{2\pi}{\frac{1}{2}} = 2\pi \times 2 = 4\pi$$

Se $T = \frac{1}{3}$ di minuto secondo, ossia se il punto rotante compie 3 giri in un minuto secondo, si ha che

$$w = \frac{2\pi}{\frac{1}{3}} = 2\pi \times 3 = 6\pi$$

In generale quindi se un corpo fa con moto uniforme n giri in un minuto secondo intorno al suo asse di rotazione, la sua velocità angolare sarà

$$w = 2\pi n$$

Per i corpi di sezione circolare, come volani, pulegge, ecc., è talvolta necessario considerare la loro *velocità periferica*, cioè la velocità (espressa in m/sec.) dei punti più lontani dal l'asse di rotazione.

Da quanto si è sopra detto tale velocità è manifestamente data da

$$v = w r$$

ovvero da

$$v = 2\pi n r$$

nella quale n = numero dei giri della puleggia o del volano, ecc. al minuto secondo ed r = raggio esterno della puleggia o del volano, ecc.

MISURATORI DI VELOCITÀ

Accenneremo brevemente che in commercio esistono degli strumenti che servono a misurare la velocità di un veicolo: tali strumenti si chiamano *tachimetri*, sono comunemente installati a bordo delle automobili e delle locomotive e permettono di misurare in ogni istante la velocità mediante la semplice lettura della posizione di un indice su di una graduazione.

Oltre a tali tachimetri per veicoli, graduati sempre in

Km/ora, si hanno altri tachimetri, graduati in m/sec., che permettono di misurare per semplice lettura, la velocità di taglio di un utensile su di un tornio od altra macchina.

Si hanno infine anche dei *tachimetri registratori*, i quali registrano istante per istante la velocità di un veicolo, in qualunque intervallo di tempo, anche molto lungo; tali tachimetri registratori sono usati sulle locomotive ferroviarie.

STATICA

FORZA E I SUOI ELEMENTI

Abbiamo precedentemente accennato che ogni causa che modifica o tende a modificare lo stato di quiete o di moto di un corpo si chiama *forza*. Una forza è completamente determinata quando se ne conoscono i suoi tre elementi: *punto di applicazione*, *direzione* ed *intensità*.

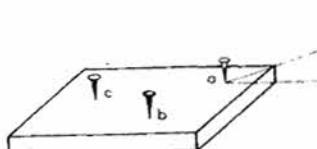


FIG. 34

Infatti: immaginiamo posta su di un tavolo, una assicella di legno sulla quale sono conficcati parecchi chiodi *a*, *b*, *c*, ecc. (fig. 34). Attacchiamo un filo ad esempio al chiodo *a* e tiriamolo secondo la direzione

a d facendo un certo sforzo; l'assicella si sposta. Se invece di attaccare il filo al chiodo *a*, noi lo attacchiamo al chiodo *b* oppure al chiodo *c*, constateremo che l'effetto sarà diverso: così se invece di tirare il filo secondo la direzione *a d* lo tiriamo secondo la direzione *a e* l'assicella si sposterà in un'altra direzione. Da ciò appare dunque chiaro che per determinare completamente lo sforzo (cioè la forza) a cui abbiamo sottoposta l'assicella, occorrono tre elementi e precisamente: occorre indicare il punto del corpo a cui abbiamo attaccato il filo, ossia il *punto di applicazione della forza*, la direzione secondo la quale abbiamo tirato il filo, cioè la *direzione della forza* ed infine lo sforzo con cui abbiamo tirato il filo e cioè l'*intensità della forza*.

I tre elementi di una forza si possono rappresentare graficamente mediante un tratto di linea retta, la quale in lun-

ghezza esprima l'intensità della forza, con un estremo A indichi il punto di applicazione della forza e con una freccia all'altro estremo B indichi la direzione nella quale essa agisce.



FIG. 35

È non è superfluo avvertire che quando parleremo di una forza A B intenderemo sempre che A è il suo punto di applicazione il quale è sollecitato a muoversi verso B.

Il segmento A B rappresenterà in una data scala l'intensità della forza (ad esempio se 1 cm. rappresenta 1 Kg. ed il segmento A B è uguale a cm. 2,5, la forza A B sarà uguale a Kg. 2,5; se invece 1 cm. = 5 Kg. ed il segmento A B è uguale a cm. 2,5, la forza A B sarà uguale a Kg. $2,5 \times 5 = 12,5$).

DEFINIZIONE E PRINCIPI DELLA STATICA

Si dice che *due o più forze agenti sopra un corpo si fanno equilibrio quando esse non alterano lo stato di quiete o di moto di quel corpo*.

La scienza dell'equilibrio delle forze è appunto quella che si chiama *statica*.



FIG. 36

Supponiamo di avere una riga di legno nella quale siano infissi due chiodi a e b (v. fig. 5). Al chiodo a attacchiamo una funicella a c ed al chiodo b una funicella b d. Si dispongano poi le cose in modo che la funicella a c sia in linea retta con la b d. Se immaginiamo di tendere le due funicelle rispettivamente nelle direzioni a c e b d (cioè in senso contrario) con due forze P e Q di intensità uguale, è intuitivo che la riga non si sposta e potremo dunque dire che *due forze uguali e contrarie si fanno equilibrio*.

Supponiamo ora di togliere la funicella b d dal chiodo b, dopo di avere esattamente segnato sulla riga la retta c a b d;

leghiamo la funicella ad un chiodo e, che avremo infisso sulla retta c a b d precedentemente tracciata. Se immaginiamo di tendere le due funicelle (a c , e d) nelle direzioni primitive e con le forze P e Q uguali, evidentemente otterremo l'effetto dell'esperienza primitiva e cioè troveremo che le due forze si fanno ancora equilibrio. Concluderemo dunque che l'aver trasportato il punto di applicazione della forza Q lungo la direzione della forza stessa non ne ha mutato l'effetto e diremo quindi in generale che *si può trasportare il punto di applicazione di una forza in qualunque altro punto della sua direzione purchè il nuovo punto sia rigidamente collegato col primo.*

COMPOSIZIONE E SCOMPOSIZIONE DELLE FORZE

Passiamo ora alla *composizione delle forze* ossia alla determinazione di una forza unica, detta *risultante*, che sostituita a più forze, dette *componenti*, produca lo stesso effetto di queste.

Si dimostra e si verifica sperimentalmente che: *La risultante di due forze applicate ad un punto è rappresentata dalla diagonale del parallelogramma costruito sulle rette che rappresentano le componenti.*

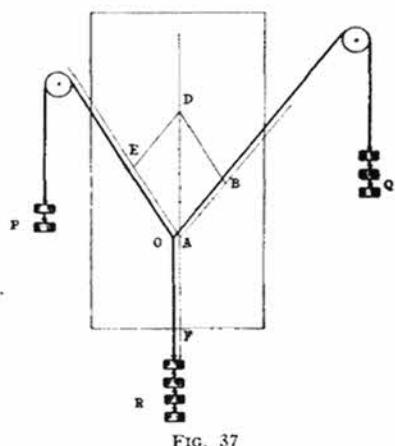


FIG. 37

Limitiamoci a verificarlo sperimentalmente come segue. Tre fili sono riuniti in un solo punto O (fig. 37): due passano sopra le carrucole segnate, reggendo ciascuno i pesi P e Q ed il terzo è teso verticalmente dal peso R . Nel punto O agiscono dunque le tre forze rispettivamente uguali ai tre pesi che vi sono applicati. Se quel punto si sposta e poi si abbandona, esso prende sempre la medesima posizione di riposo, che è quella in cui le tre forze si fanno equilibrio.

Disponiamo una lavagna dietro il piano dei tre fili e segniamo su di essa le loro tre direzioni; prendiamo su queste i

tre segmenti AE, AB ed AF che rappresentino in una determinata scala rispettivamente i tre pesi P, Q ed R.

Costruiamo il parallelogramma E A B D, tirando da E la parallela alla AB e da B la parallela alla AE; si trova che la diagonale AD è uguale al segmento AF e giace sul suo prolungamento. Ora una forza rappresentata dalla diagonale farebbe equilibrio alla forza uguale ed opposta rappresentata dal segmento AF; ma a questa fanno realmente equilibrio le due forze rappresentate da AE ed AB; dunque esse producono lo stesso effetto dell'unica forza rappresentata dalla diagonale AD, come volevasi dimostrare.

Spesso si presenta il problema inverso di quello che abbiamo ora trattato e cioè quello della *scomposizione di una forza* in due altre delle quali possono essere date le direzioni.

Supponiamo, ad esempio, che si voglia trascinare nella direzione AB un corpo A il quale resiste con una forza $P = 4 \text{ Kg.}$ (fig. 38). Supponiamo inoltre che, per ottenere il predetto scopo, il corpo A sia munito di una fune AC la quale nel punto C si biforca in due: CD e CE. Si domanda quali dovranno essere le intensità delle due forze che, avendo le direzioni CD e CE, dovremo applicare rispettivamente in D ed in E, affinché sia annullata l'azione della forza P.

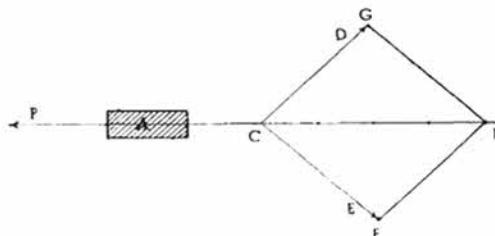


FIG. 38

Riportiamo nel punto C, ed in direzione contraria, la forza P (sia CB, in una determinata scala), conduciamo dal punto B le due parallele alle direzioni CD e CE fino ad incontrare rispettivamente in G ed F le direzioni stesse. I segmenti CF e CG rappresentano (nella stessa determinata scala) in valore e direzione le due forze cercate. Infatti, da quanto si è precedentemente dimostrato sperimentalmente, esse si possono comporre in una unica forza CB che è uguale e di senso con-

trario alla forza P di cui volevamo annullare l'effetto. Diremo quindi che le due forze C F e C G fanno equilibrio alla forza P.

Come conseguenza diretta di quanto si è precedentemente detto appare inoltre evidente:

1) che la risultante di due forze applicate ad un punto, ed aventi la stessa direzione, è uguale in intensità alla somma delle loro intensità ed è diretta nel loro stesso senso;

2) che la risultante di due forze applicate ad un punto e dirette in senso contrario è uguale in intensità alla differenza delle loro intensità ed è diretta nel senso della maggiore.

Se ad un punto A (fig. 39) sono applicate più forze: A B, A C, A D ed A E è facile ora immaginare come tali forze si

possano comporre. Infatti si potrà incominciare a comporre le due forze A B ed A C mediante il parallelogramma e sostituire ad esse la loro risultante A F. L'effetto non cambia se, invece di considerare il punto A sollecitato dalle quattro forze A B, A C, A D ed A E, lo consideriamo sollecitato dalle tre forze A F, A D, ed A E. Analogamente possiamo ora comporre le due forze A F ed A D col solito metodo del parallelogramma e trovare la loro risultante A G. In tal modo abbiamo ridotto le forze a due soltanto A G ed A E le quali, agendo sul punto A, produrrebbero lo stesso effetto delle quattro forze date.

Componendo infine le due forze AG ed AE nella loro risultante AR arriviamo a quest'ultima forza che, sostituita alle quattro date, produce lo stesso effetto. Essa è quindi la *risultante delle forze date*.

Con analogo procedimento si arriva a comporre in una unica risultante un numero qualunque di forze applicate ad un punto.

Consideriamo ora il caso di dover comporre *due o più forze giacenti in un piano, ma applicate a punti diversi*.

Abbiamo già precedentemente visto che il punto di applicazione di una forza può essere trasportato in un altro punto della sua direzione senza mutarne l'effetto purchè il nuovo punto sia rigidamente collegato al primo. Ricordato ciò supponia-

mo che un corpo sia sollecitato da due forze AB e CD giacenti in un piano ed applicate rispettivamente ai punti A e C (fig. 40).

Le rette sulle quali tali forze agiscono si incontrano nel punto O. Si potranno allora trasportare in O, che è comune alle due rette di azione, i punti di applicazione delle due forze

AB e CD: con ciò ricadiamo nel caso già studiato di due forze applicate ad un punto che sappiamo comporre costruendo il parallelogramma delle forze stesse.

Nel caso di tre, quattro o più forze giacenti nello stesso piano ed applicate a punti diversi di un corpo si può ripetere successivamente quanto si è ora detto ed arrivare facilmente a trovarne la loro risultante.

Consideriamo ora il caso di *due forze parallele A F' e AF'' che abbiano lo stesso senso*.

Si dimostra allora, con semplici considerazioni geometrichi ed applicando il parallelogramma delle forze, che la loro risultante ha la stessa direzione e lo stesso senso delle componenti, ha una intensità uguale alla somma delle intensità di queste e che si può pensare applicata ad un punto C interno al segmento AB, le cui distanze da A e da B sono inversamente proporzionali alle intensità delle due forze date.

Per rappresentare questa risultante occorre dunque per prima cosa (fig. 41) trovare il punto C di AB in modo che si abbia:

$$CA : CB = BF'' : AF'$$

dalla quale si ha che

$$CA = \frac{CB \times BF''}{AF'} = CB \times \frac{BF''}{AF'}$$

Se ad esempio

$$F'' = 2 \text{ Kg. e } F' = 6 \text{ Kg.}$$

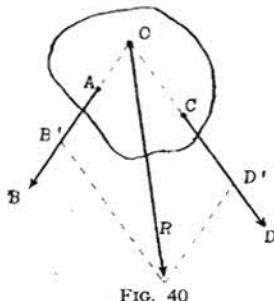


FIG. 40

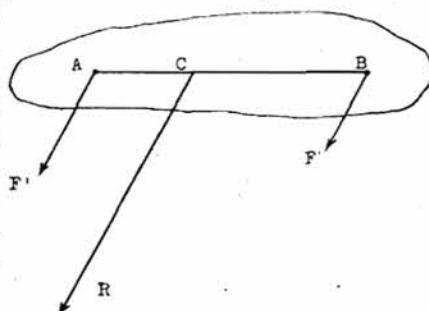


FIG. 41

si ha:

$$CA = CB \times \frac{2}{6} = \frac{1}{3} CB$$

ma

$$CA + CB = AB$$

quindi

$$CA = AB - CB = \frac{1}{3} CB$$

da cui si ha

$$AB = \frac{1}{3} CB + CB$$

e quindi

$$AB = \left(\frac{1}{3} + 1\right) CB = \frac{4}{3} CB$$

da cui

$$CB = \frac{3}{4} AB$$

Trovato così il punto C per rappresentare la risultante delle due forze parallele date basterà condurre per tale punto

C una retta parallela ad A F' e prendere su di essa un segmento C R = A F' + B F''.

Il punto di applicazione della risultante di due forze parallele si può anche trovare mediante una semplice costruzione grafica che consiste nel riportare una delle due forze, ad esempio la A F' sull'altra in B M (fig. 42) e la seconda B F'' sul prolungamento della prima in AN.

Il punto C di intersezione della retta MN con la retta AB è evidentemente (dall'esame dei triangoli simili ACN e BCM), il punto di applicazione della risultante.

Nel caso di forze parallele aventi senso opposto il punto C di applicazione della risultante si può trovare con una identica costruzione (fig. 43).

Consideriamo ora il caso che *ad un corpo siano applicate parecchie forze tutte parallele fra loro*: la loro risultante si troverà trovando prima la risultante di due di esse, poi compонendo la risultante trovata con una terza e così via, fino ad avere considerato tutte le forze componenti. Il punto di applicazione di questa risultante si chiama *centro delle forze parallele* e la sua posizione dipende dalla intensità delle componenti e dalla posizione dei loro punti di applicazione: è pertanto indipendente dalla direzione comune delle componenti.

COPPIA DI FORZE

Si chiama *coppia di forze*, o più semplicemente *coppia*, il sistema di *due forze parallele di uguale intensità, dirette in senso opposto* (ad esempio le due forze A F' e B F'' della fig. 44).

Stando alla regola esposta, due forze parallele uguali in intensità e dirette in senso opposto si comporrebbbero in una forza di intensità nulla, passante per un punto C posto all'infinito (infatti AB ed NM della fig. 43 vengono ad essere parallele).

Si ha quindi che tali forze non ammettono una risultante unica, ossia non possono essere equilibrate con una sola forza: il corpo a cui sono applicate tenderà a ruotare attorno ad un asse perpendicolare al piano delle due forze.

Si chiama *braccio della coppia* la distanza tra le rette di azione delle due forze componenti (il segmento BC della fig. 44) e si chiama *momento della coppia* il prodotto della intensità di una componente per il braccio.

Se le forze si misurano in chilogrammi ed i bracci in metri, il momento sarà dunque espresso in chilogrammetri.

Al momento di una coppia si suole attribuire il segno + o -- secondo che la coppia tende a produrre una rotazione in un senso o nel senso opposto.

Si è precedentemente detto che l'azione di una coppia non può essere equilibrata con una sola forza; per equilibrare l'azione di una coppia è dunque necessaria una seconda coppia

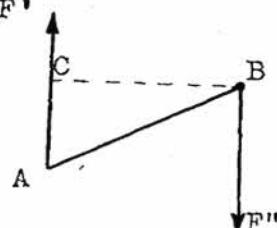


FIG. 44

che agisca nello stesso piano della prima, tenda a produrre una rotazione in senso opposto ed abbia momento uguale a quello della prima.

In breve: *due coppie giacenti sullo stesso piano si fanno equilibrio se hanno momenti uguali e di segno contrario.*

Se su di uno stesso piano le coppie sono più di due, la condizione di equilibrio si enuncia dicendo che la somma dei momenti aventi un certo segno deve essere uguale alla somma dei momenti aventi segno opposto.

EQUILIBRIO DI UN CORPO GIREVOLE ATTORNO AD UN ASSE

Esistono dei corpi che possono muoversi soltanto con moto rotatorio attorno ad un asse fisso: sono appunto in queste condizioni i volani, le puleggie di trasmissione, i rotori delle macchine elettriche, ecc.

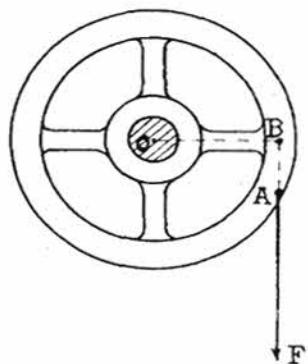


FIG. 45

Se sopra uno di questi corpi viene ad agire una forza la cui retta di azione passa per l'asse od è parallela all'asse, il corpo evidentemente resta in equilibrio.

Invece una forza F (vedi fig. 45) giacente in un piano perpendicolare all'asse O tende a produrre una rotazione.

La distanza OB tra l'asse O e la retta di azione della forza si chiama *braccio della forza*, mentre il prodotto $AF \times OB$ della intensità della forza per il suo braccio si chiama *momento della forza rispetto all'asse* e lo indicheremo con la lettera M ;

potremo dunque scrivere:

$$M = AF \times OB$$

L'efficacia che la forza ha sul corpo è misurata dal momento della forza stessa rispetto all'asse di rotazione: una forza, anche molto intensa, ma la cui retta di azione è vicinissima all'asse O , ha piccolo momento e scarsa efficacia; il momento e l'efficacia aumentano man mano che la sua retta

di azione si allontana dall'asse O e sarà massimo il momento e massima l'efficacia quando tale retta di azione passerà per il punto più lontano dall'asse O.

Dato che il momento di una forza rispetto all'asse fisso del corpo sul quale la forza stessa agisce è dato dal prodotto dell'intensità della forza per la distanza della sua retta di azione dall'asse, anche il momento si misura in *chilogrammetri* e gli si attribuisce il segno + o — a seconda del senso di rotazione, e precisamente si prendono con segno + quei momenti che tendono a far girare il corpo nel senso degli indici di un orologio e con segno — gli altri.

Per mantenere in equilibrio un corpo girevole su cui agisce una forza, occorre applicare ad esso una seconda forza che tenda a produrre una rotazione opposta ed abbia lo stesso momento della prima. Se indichiamo con M ed M_1 i momenti delle due forze la condizione di equilibrio è:

$$M = -M_1$$

ossia

$$M + M_1 = 0$$

Infatti (vedi fig. 46) le due forze $A F$ ed $B F'$, applicate rispettivamente nei punti A e B del nostro corpo girevole, abbiano momenti uguali e di segno contrario. Se al medesimo corpo noi applichiamo nel punto O dell'asse due forze $O F$ ed $O F'$ rispettivamente uguali, parallele ed opposte ad $A F$ e $B F'$, il sistema non viene alterato; si hanno però così due coppie: $F A O F'$ ed $F' B O F$ che hanno anch'esse momenti uguali ed opposti e quindi il corpo è in equilibrio.

Se le forze applicate al nostro corpo girevole sono in numero qualunque, la condizione di equilibrio è che la somma di tutti i momenti positivi sia uguale alla somma di tutti i momenti negativi.

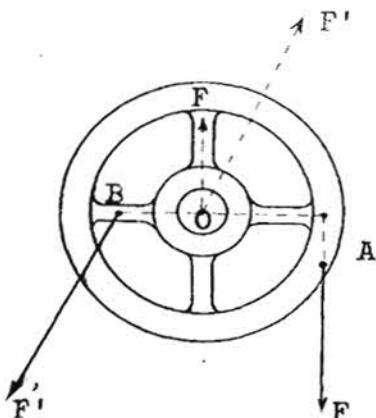


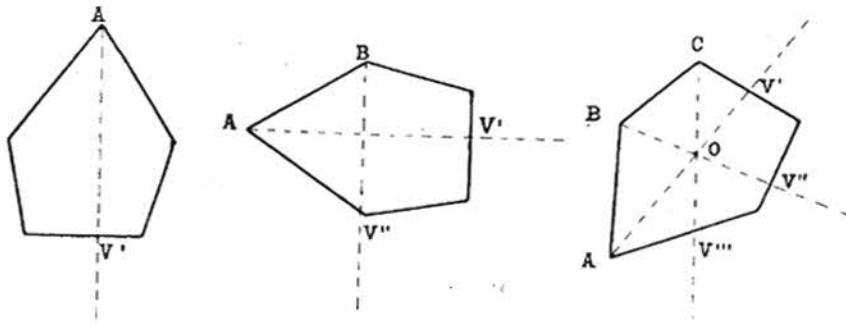
FIG. 46

LA FORZA DI GRAVITÀ

Tutti i corpi che si trovano sulla terra sono attratti da questa con una forza, diversa per i diversi corpi, diretta costantemente dall'alto in basso secondo la verticale (direzione del filo a piombo).

Questa forza si chiama *gravità* e la sua intensità è rappresentata dal *peso* del corpo considerato.

La retta di azione della forza di gravità è verticale ed ha la proprietà di passare costantemente per un punto determinato del corpo, comunque si orienti il corpo stesso. Tale punto si chiama *centro di gravità* o *baricentro del corpo* e si può considerare come il punto di applicazione della forza di gravità.



FIGG. 47, 48, 49

Prendiamo ad esempio un pezzo di lamiera di forma qualunque ed appendiamolo per un suo punto A (figg. 47, 48, 49); ottenuto l'equilibrio la verticale A V' rappresenterà la retta di azione della gravità. Se appendiamo il medesimo corpo per altri punti B, C ecc. e disegniamo ogni volta le verticali A V', B V'', C V''' ecc. con l'aiuto di un filo a piombo, constateremo che tutte queste rette passano per uno stesso punto O.

Tale punto è il centro di gravità del corpo considerato.

In molti casi la posizione del centro di gravità può essere determinata con semplici regole geometriche. Così una sfera omogenea avrà il suo baricentro coincidente col centro della sfera, un cubo omogeneo lo avrà coincidente con il punto di incontro delle diagonali interne, ed in generale per tutti i

corpi solidi omogenei che ammettono un centro di figura il baricentro coincide con il loro centro di figura.

Analogamente anche nelle figure piane che ammettono un centro di figura (circolo, rettangolo, poligono regolare), il baricentro coincide col centro di figura.

Si è precedentemente detto che un corpo abbandonato a se stesso viene attratto dalla terra: più semplicemente diciamo che il corpo cade.

Per impedire la caduta di un corpo si può o sospenderlo per un suo punto oppure appoggiarlo su di un piano orizzontale.

Nel primo caso affinchè il corpo sia in equilibrio, da quanto si è precedentemente detto, dovrà essere nullo il momento della forza di gravità da cui è sollecitato rispetto al punto di sospensione, e siccome la forza, che è il peso, non può ridursi a zero, così è necessaria che sia nullo il braccio od in altre parole bisogna che la congiungente il centro di gravità col punto di sospensione sia verticale.

Verificata questa condizione si possono dare tre casi:

1) che il centro di gravità coincida col punto di sospensione ed allora il corpo resterà in equilibrio comunque lo si volti: in tal caso si dice che *l'equilibrio è indifferente*;

2) che il centro di gravità sia più basso del punto di sospensione ed allora se il corpo viene di poco spostato dalla posizione di equilibrio si vede che il momento del peso tende a ricondurvelo: in tale caso si dice che *l'equilibrio è stabile*;

3) che il centro di gravità sia più alto del punto di sospensione, ed allora se il corpo viene di poco spostato dalla posizione di equilibrio si vede che il corpo tende ad allontanarsi ancora di più dalla posizione di equilibrio: in tal caso si dice che *l'equilibrio è instabile*.

Un corpo può appoggiarsi su di un piano rigido orizzontale con un solo punto o con più punti.

Nel primo caso l'equilibrio sussisterà quando la verticale, condotta per il centro di gravità del corpo passa per il punto di appoggio del corpo stesso sul piano.

Se poi il corpo tocca il piano in più punti, l'equilibrio sussisterà se la verticale condotta per il suo centro di gravità cade entro la così detta base del corpo stesso, ossia entro il massimo

poligono convesso che abbia per vertici alcuni punti di appoggio e contenga tutti gli altri.

Anche nei casi ora considerati si possono verificare le tre specie di equilibrio: così ad esempio una sfera appoggiata su di un piano rigido orizzontale è in equilibrio indifferente, un cono ritto sul vertice è in equilibrio instabile ecc.; ed in generale si avrà che l'equilibrio è stabile quando uno spostamento inalta il centro di gravità ed è invece instabile quando uno spostamento abbassa il centro di gravità.

EQUILIBRIO DELLE FORZE NELLE MACCHINE SEMPLICI

Il nome di macchina è dato ad ogni congegno per mezzo del quale una forza agisce indirettamente su di un punto o su un corpo.

Precedentemente si è sempre considerata l'azione diretta delle forze sui corpi: si è cioè sempre immaginato le forze direttamente applicate ai punti dei corpi considerati. Studieremo ora invece il caso in cui la forza agisce indirettamente su di un corpo, per mezzo cioè di un corpo o congegno intermedio detto macchina. Per lo più si considerano due sole forze applicate alla macchina: quella che si vuol vincere, chiamata *resistenza* e quella che impieghiamo per vincere la resistenza e che è chiamata *potenza* o *forza motrice*.

Ci limiteremo a studiare le condizioni nelle quali queste due forze si equilibrano per mezzo della macchina, e diremo che questa offrirà un *vantaggio* quando troveremo, che a tal fine, sarà sufficiente una forza motrice minore della resistenza.

In quanto esporremo in seguito non terremo conto alcuno degli atriti fra le varie parti in moto, della rigidezza delle funi e delle catene, della resistenza del mezzo, ecc.

Fra le infinite macchine se ne vogliono distinguere alcune che si chiamano *semplici*, perchè non sono decomponibili in parti, ciascuna delle quali a sua volta possa servire da macchina. Comunemente si annoverano le seguenti *sei macchine semplici*: la leva, il piano inclinato, la puleggia, il verricello, il cuneo e la vite.

LA LEVA

La *leva* è una spranga rigida, di forma qualunque, girevole attorno ad un punto fisso detto *fulcro*. Se la spranga è rettilinea la leva dicesi *dritta*, (fig. 50) altrimenti dicesi *falcata* (fig. 51).

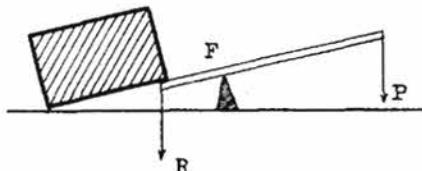


FIG. 50

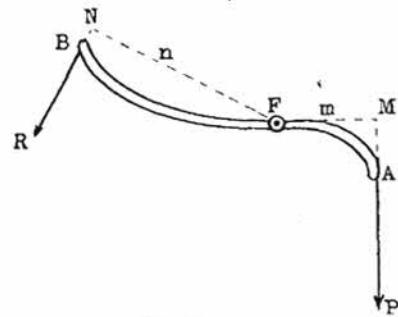


FIG. 51

Si sogliono distinguere tre tipi di leve: quelle, dette di *primo genere* (figg. 50, 51) nelle quali il fulcro è situato tra il punto di applicazione della forza motrice e quello della resistenza; quelle dette di *secondo genere* (fig. 52) se la resistenza è applicata tra la forza motrice ed il fulcro; quelle di *terzo genere* (fig. 53) se la forza motrice è applicata tra la resistenza ed il fulcro.

Nelle leve la forza motrice P e la resistenza R sono applicate in modo da produrre rotazioni in senso opposto.

La condizione di equilibrio si può allora esprimere dicendo che i momenti delle due forze, rispetto al fulcro, debbono essere uguali. Quindi detti m ed n i bracci rispettivamente delle forze P ed R avremo:

$$P \times m = R \times n$$

od anche

$$P : R = n : m$$

che si legge: quando una leva è in equilibrio la forza motrice (detta anche potenza) sta alla resistenza come il braccio della resistenza sta al braccio della potenza, ossia in altri termini che *nello stato di equilibrio la forza motrice e la resistenza*

sono inversamente proporzionali alle rispettive distanze dal fulcro.

Perciò considerando ad esempio la leva di secondo genere riprodotta nella figura 52, potremo, a titolo esemplificativo dedurre che: se la forza R da vincere è di 75 Kg. ed il suo braccio è di cm. 80, la forza motrice o potenza P da applicare all'estremo della leva che supponiamo lunga m. 2,40, potrà ricavarsi sostituendo i numeri nella prima delle due relazioni precedentemente riportate e dividendo poi per 2,40 entrambi i termini dell'uguaglianza.

$$P \times 2,40 = 75 \times 0,80 \quad P = \frac{75 \times 0,80}{2,40} = 25 \text{ Kg.}$$

Nelle leve interessa di studiare un'altro elemento e cioè a quale forza sia assoggettato il loro fulcro.

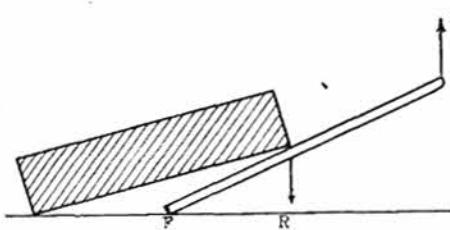


FIG. 52

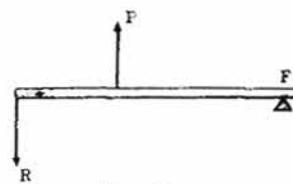


FIG. 53

Abbiamo considerato le leve sottoposte a due forze P ed R, dirette secondo i casi in uno stesso senso oppure in senso contrario. In ogni caso però la statica ci insegnava che tali forze si possono comporre in un'unica risultante, la quale, come sappiamo, può essere sostituita, in quanto agli effetti, alle forze componenti: notiamo però che la leva è in equilibrio, cioè non ha tendenza a muoversi sotto l'azione delle due forze P ed R oppure sotto l'azione della loro risultante, e siccome la leva stessa ha un punto fisso (fulcro) intorno alla quale può rotare, è evidente che la condizione di equilibrio è che la risultante passi per tale punto fisso. Possiamo dunque concludere che per il fulcro passa la risultante della forza motrice e della resistenza e che esso è quindi sottoposto all'azione di tale risultante. Che la risultante debba passare per il fulcro lo si

può dedurre anche ricordando dalla statica che affinchè sussesta l'equilibrio la somma dei momenti della forza motrice e della resistenza rispetto al fulcro è uguale a zero: quindi deve essere nullo anche il momento della risultante rispetto al fulcro e, affinchè ciò sia, occorre che sia nulla la distanza della risultante stessa dal fulcro e cioè che passi per il fulcro.

Da quanto si è fin qui detto risulta che in una leva in equilibrio la potenza o forza motrice è uguale alla resistenza quando i rispettivi bracci sono uguali.

Ne viene di conseguenza che, affinchè la leva dia un vantaggio, cioè la potenza sia minore in valore della resistenza, occorre che il braccio della resistenza sia minore di quello della potenza. Ciò può avvenire nella leva di primo genere, avviene sempre in quella di secondo genere e non avviene mai in quella di terzo genere nella quale ultima il braccio della potenza è sempre minore di quello della resistenza.

La bilancia, la stadera, la tenaglia, lo schiaccianoci, la pinza, ecc., costituiscono esempi di leve.

IL PIANO INCLINATO

Un piano resistente A B (fig. 54), inclinato di un certo angolo rispetto all'orizzonte, può utilmente servire a sollevare un corpo pesante, con una forza notevolmente minore del peso del corpo.

Il rapporto $\frac{h}{l}$ tra la sua altezza AC e la sua lunghezza

AB si chiama *inclinazione* o *pendenza del piano inclinato*.

L'inclinazione è sempre minore di 1 e si esprime di solito in frazione centesimale: si dice, ad esempio, che un piano inclinato ha la pendenza del 0,06 oppure del 6 % quando percorrendo un metro su di esso si ottiene un aumento di altezza di 6 cm.

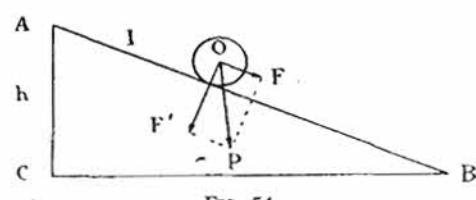


FIG. 54

Supponiamo collocato sul piano inclinato (fig. 54) un corpo pesante, il cui peso P costituisce la resistenza da vincere. Immaginiamo di scomporre questa forza in due altre: una F parallela al piano inclinato AB ed una F' perpendicolare allo stesso piano inclinato. Alla forza F' perpendicolare al piano inclinato reagisce il piano stesso sopportando così una parte del peso del corpo, l'altra F , parallela al piano inclinato considerato, sollecita il corpo a scendere. Affinchè il corpo non scenda e quindi si abbia l'equilibrio occorrerà applicare una forza Q uguale e contraria ad F . Per la similitudine dei triangoli ABC ed OFP potremo scrivere:

$$OF : OP = AC : AB$$

ossia

$$Q : P = h : l$$

da cui si ha

$$(1) \quad Q = \frac{h}{l} P$$

Chiamando con i il rapporto $\frac{h}{l}$ = inclinazione del piano inclinato, potremo scrivere:

$$(2) \quad Q = i P$$

L'applicazione pratica di questa formula è molto semplice. Volendo ad esempio impedire la discesa lungo un piano inclinato con pendenza del 32% di un corpo avente il peso di 250 Kg. sarà necessaria una forza resistente:

$$Q = 0,32 \times 250 = 80 \text{ Kg.}$$

Le relazioni (1) e (2) esprimono dunque la condizione di equilibrio del piano inclinato, le quali ci dicono che:

1) a parità di lunghezza l del piano inclinato lo sforzo Q necessario per sostenere il corpo sul piano inclinato stesso è tanto maggiore quanto più grande è l'altezza h ;

2) a parità di altezza h lo sforzo Q è tanto maggiore quanto più piccola è la lunghezza l del piano inclinato.

In altre parole che lo sforzo Q è tanto maggiore quanto maggiore è l'inclinazione del piano inclinato.

PULEGGIA

La puleggia o carrucola è una macchina semplice comunitissima, ed è formata da un disco di legno o di metallo (fig. 55) con la corona foggiata a gola e girevole attorno ad un asse passante per il centro: l'asse è portato da apposita staffa, generalmente di metallo, che termina con un gancio.

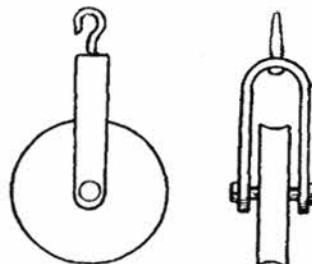


FIG. 55

Nella gola della puleggia è adagiata una fune od una catena.

Si devono considerare due disposizioni diverse di tale complesso che servono a scopi pure diversi: il sistema con puleggia fissa e quello con puleggia mobile. Nel primo si ha

una disposizione in cui la staffa, oppure addirittura il perno della puleggia sono fissi (fig. 56), dimodochè la fune, avvolta nella gola, porta da un capo la resistenza R e dall'altro la forza motrice o potenza P . Questa disposizione prende il nome di *puleggia fissa*, ed in tal caso la forza motrice o potenza P necessaria per equilibrare una data resistenza deve essere uguale alla resistenza stessa; deve cioè essere

$$P = R$$

comunque siano dirette le funi: la puleggia fissa infatti è paragonabile ad una leva di primo genere a bracci uguali.

Si ha poi una seconda disposizione della puleggia (fig. 57) in cui la staffa è foggiata in modo da poter sostenere la resistenza R (ordinariamente costituita da un carico da sollevare) e la funa passante nella gola della puleggia è fissa ad un capo mentre all'altro capo porta la forza motrice o potenza.

Se i due tratti della fune sono paralleli tra loro, la forza

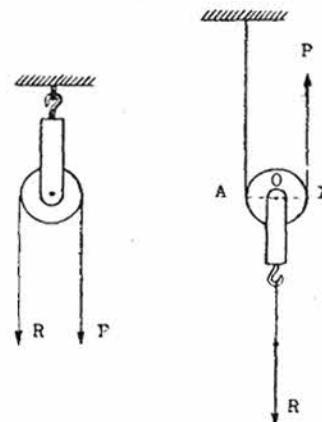


FIG. 56

FIG. 57

motrice o potenza P necessaria per equilibrare la resistenza R è uguale alla metà della resistenza e cioè:

$$P = \frac{1}{2} R;$$

infatti la puleggia funziona, in tale caso, come una leva di secondo genere in cui il braccio della forza R è il raggio del disco ed il braccio della forza P è il diametro. Questa seconda disposizione prende il nome di *puleggia mobile*.

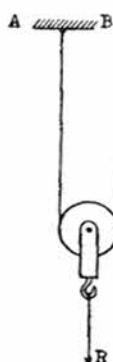


FIG. 58

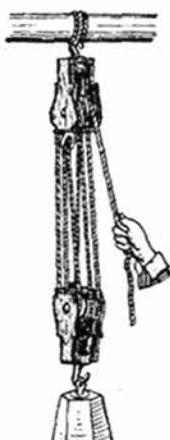


FIG. 59

Qualche volta si associa una puleggia fissa ad una mobile (fig. 58); più spesso si usano varie puleggia collegate insieme (fig. 59), alcune delle quali funzionano come fisse, altre come mobili: si ottiene così un utile apparecchio di sollevamento detto *taglia*, il quale permette una notevole moltiplicazione di forza, poichè per equilibrare una resistenza R basta (teoricamente) una forza motrice o potenza.

$$P = \frac{R}{n}$$

essendo n il numero delle puleggie. Quindi per sollevare due quintali con una taglia a quattro puleggie, basta una forza

$$P = \frac{200}{4} = 50 \text{ kg.}$$

Si è detto teoricamente perchè nella pratica interviene l'attrito (di cui non si è tenuto conto) a diminuire alquanto questo bel risultato.

VERRICELLO

Il verricello è una macchina semplice (fig. 60) costituita da un cilindro C solidale ad una ruota coassiale V: la resistenza R si applica all'estremo di una fune avvolta sul cilindro e la forza motrice o potenza P alla ruota. Per l'equilibrio P ed R debbono avere momenti uguali ed opposti rispetto all'asse di rotazione A B: quindi se indichiamo con r_1 ed r_2 i raggi della ruota e del cilindro, dovrà avversi:

$$P \times r_1 = R \times r_2$$

od anche

$$P : R = r_2 : r_1;$$

queste relazioni ci dicono che quando vi è equilibrio la potenza e la resistenza sono inversamente proporzionali, alle rispettive distanze, dall'asse.

Restando dunque invariata la resistenza e la sua distanza dall'asse della ruota occorre tanto minore sforzo di potenza quanto maggiore sarà la sua distanza dall'asse sopradetto e reciprocamente con un determinato sforzo di potenza applicato ad una determinata distanza dall'asse si vincerà una resistenza tanto maggiore quanto minore sarà la sua distanza dall'asse stesso.

CUNEO

È notorio che per spaccare la legna si usa la scure oppure il cuneo di legno duro o di ferro, infiggendolo a colpi di mazza

nella fenditura del tronco.

Tanto la scure che il cuneo di legno duro o di ferro hanno la sezione a triangolo, come schematicamente è rappresentato nella fig. 61, in A B C, e costituiscono la macchina semplice detta *cuneo*.

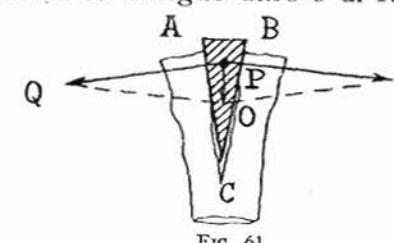


FIG. 61

Nel cuneo si distinguono la *testa* A B e i *fianchi* A C e B C.

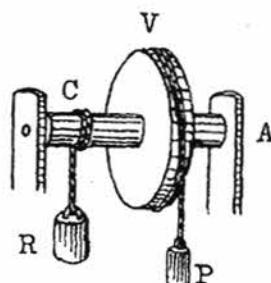


FIG. 60

— Mediante colpi sulla testa od in qualunque altro modo il cuneo è sollecitato sempre da una forza P che lo spinge ad inoltrarsi nel corpo da spaccare. Tale forza P (potenza o forza motrice) si può decomporre in due forze Q normali ai due fianchi del cuneo le quali appunto, agendo sul corpo, lo spaccano. Dalla similitudine dei triancoli $A B C$ e $O P Q$ si ricava che

$$P : Q = AB : AC$$

ossia

$$P : Q = \text{testa} : \text{fianco}$$

e cioè che una forza P produrrà tanto maggiore forza di allargamento nel corpo quanto più piccola sarà la testa del cuneo in confronto dei suoi fianchi.

Infatti tutti sanno per pratica che è più facile introdurre in un corpo un coltello sottile che uno che avesse i fianchi molto inclinati.

VITE

La vite è costituita da un cilindro detto *pane della vite*, sul quale si avvolge elicoidalmente il filetto sporgente che, a seconda dei casi e degli scopi a cui serve la vite, può avere sezioni e forme diverse. Si chiama invece *madrevite* il blocco in cui è intagliato lo stampo della vite, in modo che quest'ultima vi può girare dentro sposandone completamente la forma.

Vite e madrevite insieme costituiscono la macchina detta *vite*.

Tale macchina è largamente usata in tutta la meccanica perchè da enormi vantaggi. Ad esempio la troviamo in tutte le presse a vite, in tutte le binde di sollevamento, nei robinetti a valvola dell'acqua potabile, in genere in tutte le valvole di passaggio, nelle comuni saracinesce ecc. In alcuni di tali meccanismi si fa muovere la madrevite sulla vite, mentre in altri si fa muovere la vite nella madrevite per sollevare un peso o vincere una forza. In tali meccanismi si ha dunque come se alla madrevite stessa od alla vite fosse direttamente applicato il peso oppure la forza: tale peso o forza viene ad essere trasmesso ed a spostarsi sul filetto della vite sul quale appunto appoggia la madrevite.

Se noi riduciamo la cosa alla sua forma elementare e consideriamo per semplicità una vite ad asse verticale (fig. 62), si vede chiaramente che si tratta di far salire un corpo di peso P sul filetto della vite come su di una piccola via avvolgente il

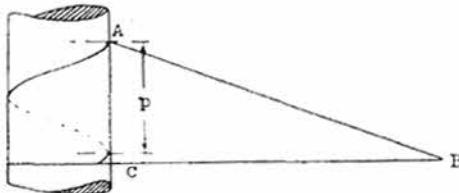


FIG. 62

cilindro. E se immaginiamo di svolgere tale via su di un piano otterremmo un piano inclinato del tipo già precedentemente studiato.

Quindi le condizioni di equilibrio già trovate per il piano inclinato valgono anche per la vite opportunamente applicate.

Si chiama *passo* p di una vite la distanza fra spira e spira. Il corpo considerato dovrà dunque fare tutto un giro di elica per alzarsi di un passo.

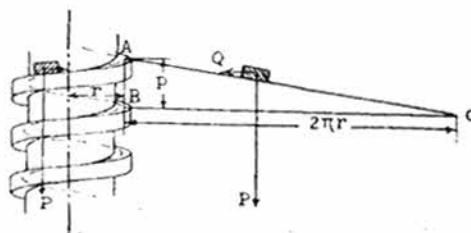


FIG. 63

Supponiamo che il corpo percorra il filetto della vite sulla sua linea mediana (fig. 63) la cui traccia è segnata con linea a tratto ed indichiamo con r il raggio di tale elica. Il triangolo ABC, nel quale $AB = \text{passo}$ e $BC = 2\pi r$, rappresenta il piano inclinato che diremo equivalente alla vite considerata e sul quale possiamo immaginare il corpo sopradetto di peso P . La forza Q , parallela alla base, necessaria per tenere in equilibrio il corpo sul piano inclinato stesso è data da:

$$Q : P = AB : BC$$

e quindi nel nostro caso:

$$Q : P = \text{passo} : \text{circonferenza} = p : 2\pi r.$$

Da questa relazione si vede che a parità di circonferenza e cioè di diametro del cilindro, la forza equilibrante Q aumenta col passo ed a parità di passo la forza equilibrante Q aumenta col diminuire del diametro del cilindro. In conclusione la forza equilibrante aumenta con l'aumentare della inclinazione dell'elica.

DINAMICA

DEFINIZIONE E SCOPI DELLA DINAMICA

Si è già detto che la dinamica studia il movimento dei corpi in relazione con le forze che lo producono.

Due sono dunque i suoi scopi e cioè quello di stabilire quali cause (forze) abbiano prodotto un determinato movimento di un corpo e quello di stabilire quale movimento avrà un corpo assoggettato a determinate forze.

LEGGI FONDAMENTALI DELLA DINAMICA

Tutta la dinamica si basa, come indicò Newton, sulle tre seguenti leggi fondamentali, la prima delle quali è dovuta in sostanza a Leonardo da Vinci, la seconda a Galileo Galilei e la terza a Newton stesso:

1°) *Ciascun corpo persevera nello stato di quiete od in quello di moto uniforme e rettilineo, fino a che non interverga una causa esterna a mutarne lo stato.*

2°) *La variazione del moto è proporzionale alla forza agente ed avviene nella direzione della retta lungo la quale essa forza agisce.*

3°) *Ogni azione è sempre accompagnata da una reazione uguale e contraria.*

Queste leggi sono fondate sull'esperienza.

Passiamo ora a commentarle, affinchè ne sia intesa tutta

la loro portata e ne faremo l'applicazione ad alcuni argomenti della massima importanza.

Per quanto riguarda la *prima legge* è evidente che un corpo lasciato a sè rimanga in quiete; mentre non è così evidente che conservi il proprio moto, perchè vediamo che praticamente avviene il contrario.

Infatti noi constatiamo, ad esempio, che un corpo lanciato verso l'alto rallenta gradatamente il suo moto fino a fermarsi ed immediatamente dopo la vediamo ricadere accelerando il suo movimento; che una biglia messa in movimento su di un biliardo rallenta il suo moto fino a fermarsi, ecc.

Ciò avviene perchè tanto sul corpo lanciato in alto, quanto sulla biglia agiscono, oltre la forza che ha provocato il processo, altre forze resistenti che si oppongono al movimento (forza di gravità, resistenza dell'aria, attrito).

Però è facile convincersi che se noi riuscissimo ad applicare ad un corpo in movimento una forza esattamente uguale e contraria alla risultante di tutte le forze resistenti che si oppongono al movimento, il movimento del corpo in tali condizioni risulterebbe perfettamente uniforme e sempre nella medesima direzione in conformità della prima legge enunciata.

Per comprendere esattamente la *seconda legge* bisognerà innanzitutto stabilire che cosa s'intende per *variazione del moto* e cominceremo con l'osservare che, se trattiamo sempre di un unico corpo, per variazione di moto in una data direzione, non si può intendere altro che la *variazione della sua velocità contata in quella direzione*.

E se si vogliono paragonare le variazioni di moto con le forze che le producono, bisognerà supporre che le forze abbiano agito per tempi uguali mantenendo costante la propria intensità durante questi tempi.

Ciò posto, è chiaro che una *forza costante* deve comunicare al corpo, sul quale agisce, variazioni di velocità uguali in tempi uguali e cioè se in un minuto secondo produce la variazione di velocità a , in t minuti secondi produrrà la variazione di velocità

$$v = at$$

ossia, ricordando quanto si è già studiato nella cinematica, *produrrà un moto uniformemente vario*.

Un corpo che cadesse nel vuoto obbedendo al proprio peso, si troverebbe all'incirca soggetto ad una sola forza costante.

Si è detto all'incirca perchè a tutto rigore il peso di un corpo va diminuendo con l'aumentare della sua altezza sul livello del mare; tale variazione però non produce effetto sensibile finchè si tratta di piccole differenze di livello giacchè un grammo trovato giusto alla superficie del mare con un dinamometro a molla non peserebbe che mezzo milligrammo di meno all'altezza di 2000 metri.

Si può dunque ritenerre senza scrupoli che ciascun corpo abbia un peso indipendente dall'altezza a cui si trova rispetto al livello del mare, e che quindi, cadendo da pochi metri, nel vuoto (cioè senza incontrare la resistenza dell'aria) il suo moto sarà uniformemente accelerato.

In questo caso l'accelerazione si suole indicare con la lettera g e prende il nome di *accelerazione di gravità*.

Per essa l'esperienza ha dato il valore di 98 cm. alla latitudine nostra ed al livello del mare; ciò significa che, se dopo un minuto secondo di libera caduta, un corpo cessasse di venire attratto dalla terra, continuerebbe a muoversi, (per la prima legge dinamica) con la velocità costante di 981 cm. al minuto secondo.

Invece alla fine di due minuti secondi il corpo cadente nel vuoto sotto l'azione della terra avrà la velocità di $2 \times 981 = 1962$ cm. al minuto secondo ed in generale alla fine di t secondi avrà la velocità

$$(1) \quad v = gt$$

e lo spazio percorso in quel tempo sarà, ricordando quanto si è già studiato nella cinematica, da

$$(2) \quad s = \frac{1}{2} gt^2$$

la quale ci dice che nella libera caduta gli spazi percorsi sono proporzionali ai quadrati dei tempi impiegati a percorrerli.

Così ad esempio se il corpo parte dalla quiete lo spazio da esso percorso dopo il primo minuto secondo sarà:

$$s_1 = \frac{1}{2} \times 981 \times 1^2 = 490,5 \text{ cm.};$$

dopo due minuti secondi sarà:

$$s_2 = \frac{1}{2} \times 981 \times 2^2 = (490,5 \times 4) \text{ cm.};$$

dopo tre minuti secondi sarà:

$$s_3 = \frac{1}{2} \times 981 \times 3^2 = (490,5 \times 9) \text{ cm.}$$

Quanto ora si è detto ci fa considerare come la verifica diretta che i corpi cadono con moto uniformemente accelerato e la determinazione dell'accelerazione di gravità g offrono notevoli difficoltà in quanto occorrerebbero delle grandi altezze e l'esperienza non riuscirebbe comoda, anche per il fatto che la caduta, non effettuandosi nel vuoto, viene perturbata dalla resistenza dell'aria.

Tuttavia Galileo Galilei, lasciando cadere i corpi dall'alto della torre pendente di Pisa, intravide l'esattezza della legge enunciata. La verifica riesce più comoda con il piano inclinato.

Se un corpo di peso P cade lungo un piano inclinato BC (fig. 64) esso è sollecitato dal peso P diretto verticalmente verso il basso.

Tale forza potrà decomporsi in due componenti: una F_i nella direzione BC l'altra R_i in direzione normale al piano inclinato stesso.

Di queste due componenti la sola efficace al moto del corpo lungo il piano inclinato è la forza F_i .

È facile convincersi che tale forza F_i è costante durante la caduta del corpo lungo il piano inclinato, in quanto sappiamo $F_i = P_i$, in cui i è l'inclinazione del piano, ed è facile convincersi inoltre che sotto tale azione costante F_i il corpo acquista una accelerazione

$$a_i = g \frac{h}{l} = g_i$$

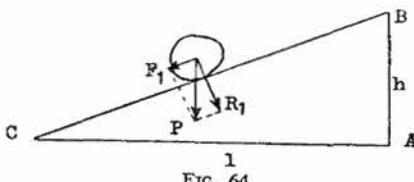


FIG. 64

Poichè il valore di i , è minore di uno, in quanto h è minore di 1, si avrà sempre che a_1 è minore dell'accelerazione di caduta libera g , (accelerazione di gravità) e precisamente sarà tanto minore quanto meno inclinato è il piano sull'orizzonte.

Il piano inclinato può quindi servire alla verifica della legge di caduta dei corpi ed alla determinazione della accelerazione di gravità g : bisogna però aver cura di diminuire gli attriti quanto più è possibile.

Se noi variamo la pendenza del piano inclinato avremo che per lo stesso corpo di peso P la componente efficace al suo moto lungo il piano inclinato varierà col variare del valore di i_1 .

È dunque facile, cambiando le inclinazioni del piano inclinato *sottoporre uno stesso corpo* all'azione di forze differenti F_1 , F_2 , F_3 , F_4 ecc.

Si può allora constatare che il corpo ogni volta assume un moto uniformemente accelerato le cui accelerazioni sono rispettivamente:

$$a_1 = gi_1; \quad a_2 = gi_2; \quad a_3 = gi_3; \quad a_4 = gi_4; \quad \text{ecc.}$$

Siccome le forze F_1 , F_2 , F_3 , F_4 saranno rispettivamente date da:

$$F_1 = Pi_1; \quad F_2 = Pi_2; \quad F_3 = Pi_3; \quad F_4 = Pi_4 \quad \text{ecc.}$$

se ne deduce che:

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{P}{g}; \quad \frac{F_2}{a_2} = \frac{P}{g}; \quad \frac{F_3}{a_3} = \frac{P}{g}; \quad \frac{F_4}{a_4} = \frac{P}{g};$$

e cioè che:

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \frac{F_4}{a_4} = \dots = \frac{P}{g} = \text{costante.}$$

Tale relazione ci dice che se su di uno stesso corpo facciamo agire successivamente delle forze costanti F_1 , F_2 , F_3 , F_4 ecc. esse imprimeranno al corpo delle accelerazioni a_1 , a_2 , a_3 , a_4 ecc. tali che i rapporti

$$\frac{F_1}{a_1}, \quad \frac{F_2}{a_2}, \quad \frac{F_3}{a_3}, \quad \frac{F_4}{a_4}, \quad \text{ecc.}$$

hanno sempre lo stesso valore, e questo valore è dato dal quoziente tra il peso P del corpo e l'accelerazione di gravità g .

Tale quoziente si chiama *massa* del corpo e lo indicheremo con la lettera *m*. *Per un determinato corpo la massa è rigorosamente costante*, mentre tanto il peso del corpo quanto l'accelerazione di gravità sono un poco variabili con l'altezza sul livello del mare e con la latitudine.

Riepilogando possiamo dunque dire che, se una forza *F* agente su un determinato corpo di peso *P* imprime una accelerazione *a*, sarà

$$\frac{F}{a} = \frac{P}{g} = m$$

la quale ci dice che la *massa* del corpo considerato oltre ad essere uguale al quoziente tra il peso del corpo e l'accelerazione di gravità, è anche uguale al quoziente tra la forza agente sul corpo e la corrispondente accelerazione *a*.

Ci dice anche che l'*accelerazione è uguale alla forza agente sul corpo divisa per la massa del corpo stesso* e cioè che:

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

Supponiamo ora che le stesse forze *F₁*, *F₂*, *F₃* ecc. sopra considerate agiscano su di un secondo corpo di peso *P₁*: esse produrranno rispettivamente le accelerazioni *e₁*, *e₂*, *e₃*, ecc. diverse dalle *a₁*, *a₂*, *a₃*, ecc. che erano state prodotte sul primo corpo considerato.

Si potrà dunque, anche per questo secondo corpo, scrivere:

$$\frac{F_1}{e_1} = \frac{F_2}{e_2} = \frac{F_3}{e_3} = \dots = \frac{P_1}{g} = m_1 = \text{massa di questo secondo corpo.}$$

Se consideriamo la sola forza *F*, agente sui due corpi, potremo scrivere.

per il primo corpo:

$$m a_1 = F_1$$

per il secondo corpo:

$$m_1 e_1 = F_1$$

e quindi:

$$m a_1 = m_1 e_1$$

ossia:

$$m : m_1 = e_1 : a_1$$

la quale relazione ci dice che *le accelerazioni prodotte da una stessa forza su due diversi corpi sono inversamente proporzionali alle masse dei corpi* e cioè quanto maggiore è la massa del corpo tanto minore è la accelerazione prodotta.

Prendiamo ora a considerare due corpi: uno di massa m e l'altro di massa m_1 , ed immaginiamo, ciò che è evidentemente sempre possibile, di trovare due forze F ed F_1 , le quali, agendo rispettivamente sui due corpi considerati, riescano ad imprimerne loro la stessa accelerazione a .

Per quanto si è precedentemente detto potremo scrivere:

$$m = \frac{F}{a} \quad \text{ed} \quad m_1 = \frac{F_1}{a}$$

ossia:

$$m a = F \quad \text{ed} \quad m_1 a = F_1$$

ossia ancora:

$$a = \frac{F}{m} \quad \text{ed} \quad a = \frac{F_1}{m_1}$$

e quindi:

$$\frac{F}{m} = \frac{F_1}{m_1}$$

la quale ci dice che per *imprimere a due corpi la stessa accelerazione occorrono forze proporzionali alle loro masse* ossia che quanto più grande è la massa di un corpo tanto più grande deve essere la forza necessaria per produrre una data accelerazione.

Da quanto si è precedentemente detto ricaveremo ora un'altra relazione molto importante.

Quando si è considerata una forza F agente per un tempo t su di un corpo si è visto che essa imprime al corpo una velocità data da:

$$V = at$$

nella quale a è l'accelerazione (cioè la velocità nel primo minuto secondo) e si è anche visto che:

$$F = m a$$

nella quale m è la massa del corpo.

Da queste due relazioni si hanno le altre due:

$$a = \frac{V}{t} \quad a = \frac{F}{m}$$

le quali esprimono la stessa quantità ma sotto due forme diverse. Eguagliandole si ha

$$\frac{V}{t} = \frac{F}{m}$$

e quindi:

$$mV = Ft$$

Nel primo termine di questa relazione si ha il *prodotto della massa del corpo considerato per la sua velocità* acquistata in un tempo t : tale prodotto viene chiamato in dinamica *quantità di moto*.

Nel secondo termine abbiamo il *prodotto della forza agente sul corpo per il tempo impiegato dal corpo stesso a raggiungere la velocità v* : tale prodotto viene chiamato *impulso di forza*.

La relazione ricavata ci dice dunque che *la quantità di moto è uguale all'impulso della forza*.

Supponiamo ora che una seconda forza F_1 agisca per uno stesso tempo t su un secondo corpo di massa m_1 , imprimendogli una velocità v_1 ; potremo scrivere che

$$m_1 v_1 = F_1 t$$

Da questa relazione e dalla precedente avremo allora rispettivamente che:

$$t = \frac{m_1 v_1}{F_1} \quad \text{e} \quad t = \frac{mv}{F}$$

e quindi:

$$\frac{m_1 v_1}{F_1} = \frac{mv}{F}$$

relazione questa che ci dice che *le quantità di moto sono proporzionali alle forze agenti*.

Consideriamo ora un corpo di massa m che procede di moto uniforme con velocità v_0 e supponiamo che su tale corpo

in movimento venga ad agire una forza F agente nella stessa direzione del moto: questo diverrà uniformemente accelerato e la velocità del corpo dopo il tempo t assumerà un nuovo valore dato, come si è già detto in cinematica, da:

$$v = v_0 + at$$

e quindi, ricordando che:

$$a = \frac{F}{m},$$

dato anche da:

$$v = v_0 + \frac{F}{m} t$$

Moltiplicando ambo i membri di questa relazione per m si ha:

$$mv = mv_0 + Ft$$

dalla quale si ha:

$$mv - mv_0 = Ft$$

Ma Ft si è chiamato impulso della forza, mv ed mv_0 rappresentano rispettivamente la quantità di moto finale ed iniziale del corpo, per cui $mv - mv_0$ sarà la variazione della quantità di moto durante il tempo t .

Possiamo allora dire che *la variazione di quantità di moto è uguale all'impulso della forza.*

Se il corpo, anziché in movimento, fosse inizialmente fermo noi dobbiamo, nella precedente relazione porre $v_0 = 0$ e quindi essa diventa:

$$mv = Ft$$

come si è già precedentemente trovato.

Abbiamo più avanti già accennato che quando un corpo di peso P cade da pochi metri nel vuoto il suo moto è uniformemente accelerato e la sua accelerazione g prende il nome di accelerazione di gravità

Nell'aria il moto di caduta dei corpi è perturbato dalla diversa resistenza dell'aria che essi incontrano e quindi, partendo da una stessa altezza sul livello del mare, essi giungono al suolo in istanti diversi. Così un pezzo di piombo giunge prima di un pezzo di sughero e di una piuma.

Facendoli però cadere nel vuoto, essi giungono contemporaneamente.

Ciò può essere verificato disponendo di corpi di diversa natura, come pezzettini di sughero, pezzettini di piombo, piume ecc. in un lungo tubo di vetro, detto tubo di Newton, dal quale si può estrarre l'aria per mezzo di una pompa pneumatica.

Se noi capovolgiamo il tubo quando in esso è contenuta l'aria, vedremo che i corpi giungono all'altro estremo del tubo in istanti diversi, mentre, ripetendo l'esperienza dopo avere estratto l'aria dal tubo, i corpi arrivano contemporaneamente all'altro estremo.

A tutti dovrà quindi corrispondere una stessa accelerazione e si potrà quindi dire che i corpi acquistano, cadendo, la stessa accelerazione (*accelerazione di gravità g*).

Se ora in una stessa località si fanno cadere liberamente due corpi di peso P_1 e P_2 e di massa m_1 ed m_2 sarà rispettivamente:

$$\frac{P_1}{g} = m_1$$

$$\frac{P_2}{g} = m_2$$

Dividendo membro a membro queste due relazioni si avrà:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

relazione questa la quale ci dice che *in una stessa località il rapporto delle masse di due corpi egualia il rapporto dei loro pesi*.

Al confronto delle masse, in uno stesso punto della Terra, può quindi servire l'apparecchio che serve al confronto dei pesi, ossia la bilancia.

Veniamo ora alla terza legge fondamentale della dinamica. Se proviamo a spingere un corpo mediante un'asta osserveremo che noi siamo obbligati a piegarci nel senso opposto a quello secondo cui il corpo tende a spostarsi; così quando da una bocca da fuoco parte un proiettile, la bocca da fuoco si sposta nel

senso contrario a quello secondo cui viene lanciato il proiettile: quando un corpo grava su di un'altro corpo col suo peso, questo deve contrapporre una reazione uguale al peso del primo corpo, tanto è vero che, se il secondo non è di materia atta a sostenere il primo, si schiaccia o si fende o si rompe.

Un uomo stando entro una barca non riuscirà, per quanti sforzi faccia, a spostarsi con essa di un solo millimetro a meno che non si appoggi sopra qualche corpo esterno o sul terreno o contro l'acqua o l'aria approfittando della loro reazione.

Esiste quindi una mutua dipendenza nel movimento dei corpi per modo che, supposto di considerare due corpi fra loro isolati, il movimento dell'uno è subordinato a quello dell'altro.

Più precisamente si constata che il rapporto delle accelerazioni dei due corpi in presenza è indipendente dalla loro posizione relativa e dalla specie di movimento di cui essi sono animati: tale rapporto dipende unicamente dai due corpi in presenza ed è uguale al rapporto inverso delle loro masse.

Tali accelerazioni sono inoltre nella stessa direzione ma con verso opposto.

Indicandole quindi con a_1 ed a_2 ed indicando con m_1 ed m_2 le masse dei due corpi si avrà:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

ossia :

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

Ma se il primo corpo possiede una accelerazione a_1 , è da ritenere che su di esso, secondo quanto si è detto, agisca una forza motrice diretta secondo tale accelerazione e dinamicamente misurata dal prodotto $m_1 a_1$. Tale forza viene naturalmente impressa al primo corpo dalla presenza del secondo e la diremo *azione* del secondo corpo sul primo.

Analogamente, poichè il secondo corpo possiede l'accelerazione a_2 nella stessa direzione e con verso opposto, è da ritenere che su di esso agisca una forza motrice diretta secondo tale accelerazione e misurata dinamicamente dal prodotto $m_2 a_2$.

Tale forza, di senso opposto alla precedente, è da reputarsi dovuta alla presenza del primo corpo, e si dirà *reazione* di questo sul secondo corpo.

Alla precedente azione corrisponde quindi su conformità della uguaglianza

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

una relazione uguale e contraria, ossia sussiste la terza legge fondamentale della dinamica.

FORZA CENTRIFUGA E REAZIONE CENTRIFUGA

Supponiamo di fissare all'estremità di una funicella un corpo pesante, ad esempio un ciottolo.

Teniamo stretta l'altra estremità della funicella e facciamo roteare il ciottolo.

Nel suo moto il ciottolo cambia continuamente di direzione descrivendo una traiettoria circolare che ha centro nella nostra mano e si comprende facilmente che esso è senza dubbio soggetto, oltre che ad una forza che lo spinge innanzi nella direzione sempre variabile della sua velocità, ad un'altra forza che ci è palesata dalla funicella che rimane costantemente tesa.

Generalizzando tale esempio, immaginiamo un corpo che percorra con moto uniforme una traiettoria circolare: sappiamo che il moto uniforme non può essere generato che da una forza che ha cessato di agire; però sappiamo anche, per la prima legge fondamentale della dinamica (detta anche d'inerzia), che se sul corpo non agissero forze esso dovrebbe descrivere una traiettoria rettilinea.

Sul corpo deve dunque agire una forza che non dia componenti lungo la tangente del cerchio, perchè se ciò non fosse il corpo sarebbe soggetto ad una forza continua che ne accelererebbe il movimento.

Tale forza è detta *forza centripeta*. La terza legge fondamentale della dinamica, detta anche legge di azione e reazione, ci dice però che se il corpo è soggetto ad una forza diretta verso il centro del cerchio, deve nascere necessariamente un'altra forza uguale e contraria, diretta quindi lungo ilraggio dello stesso cerchio, ma agente dal centro verso la periferia: tale forza è detta *reazione centrifuga o forza centrifuga*.

Dobbiamo però tener presente che mentre la forza centripeta agisce sul corpo, la reazione centrifuga invece non è ap-

plicata su tale corpo, ma sul vincolo che collega il mobile al centro od all'asse di rotazione.

Infatti se la reazione centrifuga fosse applicata, come la forza centripeta, al corpo rotante, la risultante di tali forze sarebbe nulla ed il corpo, non risentendone alcun effetto, dovrebbe procedere per inerzia secondo una traiettoria rettilinea.

Se indichiamo con F_c il valore della forza centripeta a cui è sottoposto il corpo di massa m che percorre una circonferenza di raggio r con la velocità costante v ed indichiamo con T il periodo ossia il tempo impiegato dal corpo a percorrere un giro, si dimostra in meccanica che sussiste la relazione:

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{4\pi^2 m r}{T^2}$$

in cui π è il noto rapporto tra circonferenza e raggio.

Da tale relazione risultano le seguenti leggi che governano la forza centripeta:

1°) se sono costanti la massa m ed il periodo T , la forza centripeta è proporzionale al raggio del cerchio descritto dal mobile;

2°) se sono costanti il raggio e la velocità, la forza centripeta è proporzionale alla massa del corpo rotante.

Si è detto che la forza centrifuga è uguale in intensità alla forza centripeta, ne differisce soltanto nel senso: pertanto il valore della forza centrifuga è uguale a quello della forza centripeta e quindi le leggi suaccennate valgono anche per la forza centrifuga.

È opportuno porre in rilievo che la forza centrifuga può assumere valori grandissimi se il periodo T è molto piccolo, come avviene per esempio nei motori delle macchine elettriche ruotanti ad alta velocità, cosicchè al di là di un certo numero di giri per minuto secondo la stabilità della macchina può essere seriamente compromessa.

PENDOLO SEMPLICE

Un corpo qualunque girevole intorno ad un asse che non passi per il baricentro costituisce un *pendolo*.

Il pendolo si dice *semplice* quando è ridotto ad una piccola

massa M (fig. 65) di piccole dimensioni, attaccata ad un filo estremamente sottile.

Quando il filo è verticale, il pendolo semplice è in posizione di equilibrio.

Spostando la sua piccola massa M da tale posizione ed abbandonandola nella posizione B, il peso P su di essa agente, si potrà decomporre nelle due componenti F e Q dirette rispettivamente tangenzialmente alla circonferenza di raggio OM e normalmente ad essa.

La sola componente efficace sarà evidentemente la F che tenderà a far scendere la piccola massa lungo la circonferenza, mentre la componente Q non avrà efficacia, data la inestensibilità del filo.

La forza F, mano a mano che la piccola massa si sposta lungo la circonferenza di raggio OM, non si mantiene costante, ma va invece decrescendo mentre la piccola massa stessa scende lungo BM, per annullarsi nella posizione M.

Il moto di discesa sarà quindi *accelerato*, ma non uniformemente e la velocità andrà crescendo in tale tratto BM per raggiungere il massimo valore in M.

In questa posizione la piccola massa, per la velocità acquistata nella discesa, non si fermerà, nonostante si annulli la componente efficace F della forza determinatrice del movimento, e procederà oltre.

Ma nel tratto MA la nuova componente efficace del peso, agente ora in senso opposto al movimento della piccola massa, interverrà a rallentarlo, e quindi il moto sarà *ritardato*, ma non uniformemente.

In una posizione A, simmetrica a B, se non intervengono l'attrito e la resistenza dell'aria, la piccola massa avrà interamente perduto la velocità acquistata nella discesa ed allora tornerà a discendere lungo AM con moto accelerato e sormonterà ancora la posizione M per la velocità acquistata nella discesa.

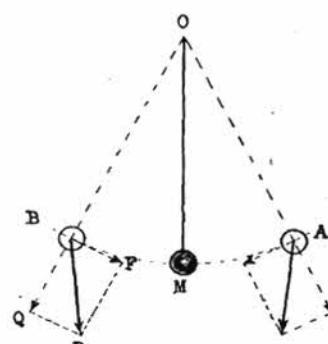


FIG. 65

Tale movimento, se non ci fossero le resistenze di attrito e la resistenza dell'aria, durerebbe infinitamente.

In pratica invece, a causa appunto di tali inevitabili resistenze, tale movimento cessa dopo qualche tempo e la piccola massa si ferma nella posizione di equilibrio M.

Si chiama *oscillazione semplice* il movimento da B ad A ed *oscillazione completa* il movimento di andata e ritorno.

Si chiama *periodo di oscillazione* il tempo necessario per compiere una oscillazione completa.

Si chiama *ampiezza di oscillazione* l'angolo A O B.

Si dimostra che nel caso di oscillazione di piccola ampiezza (angolo AOB non superiore a 10°) il periodo T è espresso da:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{l}}$$

essendo l la lunghezza del pendolo e g l'accelerazione di gravità nella località in cui si trova il pendolo.

Poichè nella formula che dà il periodo T di oscillazione non appare l'ampiezza delle oscillazioni, né la massa del piccolo corpo oscillante, possiamo dire che *il periodo di oscillazione è indipendente dall'ampiezza* purchè questa sia piccola e che *le oscillazioni sono isocrone*, cioè si compiono tutte nello stesso tempo qualunque sia l'ampiezza e qualunque sia la massa del sistema oscillante.

Quanto ora si è affermato può essere verificato mettendo in oscillazione un pendolo e misurando con un contasecondi il tempo da esso impiegato a compiere un certo numero di oscillazioni di ampiezza diversa.

Risulta anche uguale il periodo di oscillazione per due pendoli A e B (fig. 66) di uguale lunghezza ma con diverse masse oscillanti.

La medesima formula soprascritta ci dice anche *il periodo di oscillazione di un pendolo è direttamente proporzionale alla radice quadrata della accelerazione di gravità*.

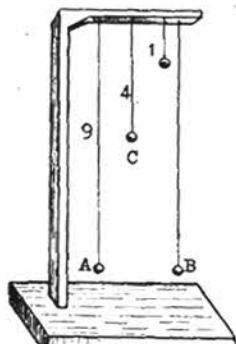


FIG. 66

La verifica della prima parte di questa legge si può fare costruendo tre pendoli (fig. 66) aventi lunghezze nel rapporto $1 : 4 : 9$, ad esempio tre pendoli aventi rispettivamente le lunghezze di cm. 20, cm. 80 e cm. 180:

Osserveremo che i rispettivi periodi di oscillazione (misurati con un contasecondi) stanno nel rapporto $1 : 2 : 3$.

PENDOLO COMPOSTO

Dicesi pendolo composto qualunque corpo capace di oscillare attorno ad un'asse.

Le leggi relative al pendolo composto sono più complicate di quelle del pendolo semplice: il periodo dipende dalla forma e dalle dimensioni del pendolo, nonchè dalla posizione dell'asse di oscillazione, ma è ancora indipendente dall'ampiezza delle oscillazioni, se questa è abbastanza piccola: le piccole oscillazioni del pendolo composto sono dunque, come quelle del pendolo semplice, isocrone.

Al pendolo composto si dà generalmente la forma di una asticella portante in basso un ingrossamento a forma di lente.

Il pendolo è usato come regolatore del movimento negli orologi.

RESISTENZE PASSIVE

Abbiamo precedentemente più volte accennato all'esistenza di resistenze passive che ostacolano il movimento dei corpi.

Tali resistenze passive sono di due specie: l'attrito e la resistenza del mezzo (aria od acqua).

L'ATTRITO

La resistenza di attrito nasce quando un corpo si muove scorrendo o rotolando sulla superficie di un altro.

Quando un corpo si muove scorrendo sulla superficie di un altro l'attrito che ne nasce prende il nome di *attrito radente*, mentre invece quando un corpo si muove rotolando sopra un altro, l'attrito che ne nasce prende il nome di *attrito volvente*.

L'attrito radente è direttamente proporzionale alla forza con cui un corpo preme sull'altro ed è indipendente dalla estensione della superficie di contatto e dalla velocità.

L'attrito radente è grandemente diminuito quando le superfici in contatto sono spalmate di sostanze grasse, come olio, sego, ecc. dette genericamente *lubrificanti*.

Quindi se un corpo di peso P scorre su di un piano orizzontale, la resistenza di attrito radente equivale ad una forza R_r avente senso opposto a quello del moto la cui intensità sarà espressa dalla relazione:

$$R_r = K_r P$$

nella quale K_r è una costante, chiamata *coefficiente di attrito*, che dipende dalla natura delle superfici in contatto e dal loro grado di levigatezza.

Così ad esempio:

per metallo sopra metallo con superfici liscie secche il valore medio di K_r è 0,20;

per metallo sopra metallo con superfici liscie lubrificate il valore medio di K_r è 0,07;

per legno sopra legno con superfici liscie secche il valore medio di K_r è 0,36;

per legno sopra legno con superfici liscie unte il valore medio di K_r è 0,11;

per metallo sopra legno con superfici liscie secche il valore medio di K_r è 0,40;

per metallo sopra legno con superfici liscie unte il valore medio di K_r è 0,10;

per cuoio sopra legno o sopra metallo con superfici liscie secche il valore medio di K_r è 0,40;

per cuoio sopra legno o sopra metallo con superfici liscie unte il valore medio di K_r è 0,25;

per corda sopra legno o sopra metallo con superfici liscie secche il valore medio di K_r è 0,40;

per corda sopra legno o sopra metallo con superfici liscie bagnate il valore medio di K_r è 0,35;

per legno liscio su neve (sci) il valore medio di K_r è 0,005, ecc., ecc.

Questi coefficienti permettono di calcolare la resistenza di attrito radente *durante il moto*, non quella che bisogna vincere per iniziare il movimento stesso.

Il coefficiente di attrito radente al principio del moto, cioè alla partenza, si può ritenere compreso fra 1,5 e 3 volte il coefficiente di attrito.

La resistenza di attrito volvente per il caso di un cilindro che rotoli è proporzionale al peso del corpo che rotola su di un piano orizzontale ed inversamente proporzionale al raggio del cilindro ossia è tanto minore quanto più grande è questo raggio.

L'attrito volvente è molto minore di quello radente: conviene pertanto sostituire, quando è possibile, il moto di rotolamento a quello di scorrimento mediante ruote, rulli, cuscinetti a sfere ecc.

I freni, impedendo alle ruote di girare, costringono queste a strisciare sul suolo, trasformando l'attrito volvente in radente e quindi aumentando molto la resistenza al moto e diminuendo di conseguenza la velocità del veicolo.

L'attrito si utilizza ogni qualvolta che con viti, chiodi o funi si collegano insieme più corpi; nelle locomotive, nelle automobili, nelle biciclette ecc. in cui la propulsione è applicata alle ruote, senza l'attrito, le ruote striscerebbero sulla rotaia o sul terreno ed il veicolo non procederebbe; senza l'attrito il nostro piede non potrebbe far forza contro il suolo e noi non potremmo camminare.

RESISTENZA DEL MEZZO

La resistenza del mezzo, ossia dell'aria o dell'acqua, entro cui avviene il moto, deriva in gran parte dalla circostanza che il corpo in movimento deve spostare davanti a sè questi fluidi ed è quindi dovuta all'inerzia delle particelle che costituiscono il mezzo.

Tale resistenza dipende dalla forma della superficie del corpo in movimento, è proporzionale alla sua superficie ed alla densità del mezzo.

Inoltre finchè il corpo si muove con velocità molto piccole la resistenza del mezzo può ritenersi proporzionale ad essa,

mentre per valori moderati dalla velocità e per valori piuttosto elevati di questa la resistenza aumenta più rapidamente.

La resistenza dell'aria produce effetti notevoli nella caduta dei corpi pesanti e nel moto dei proiettili.

Sappiamo che quando un corpo cade il suo moto è uniformemente accelerato e quindi la sua velocità va aumentando: col crescere di tale velocità, ricordando quanto più sopra detto, va aumentando la resistenza che esso incontra nell'aria, per modo che ad un certo momento la forza di gravità può essere del tutto neutralizzata dalla resistenza dell'aria.

Da questo momento in poi il corpo procederà con moto uniforme, cioè con velocità costante.

Senza di ciò anche le gocce di pioggia giungerebbero al suolo con velocità così grande da riuscire pericolose.

Il moto dei proiettili lanciati dalle armi da fuoco dovrebbe essere parabolico perchè risultante da quello rettilineo ed uniforme che il proiettile possiede per inerzia e da quello uniformemente accelerato dovuto alla gravità.

Tale moto parabolico è però fortemente perturbato dalla resistenza dell'aria, e di tali perturbamenti si occupa la balistica.

Una applicazione importante della resistenza dell'aria si ha nel *paracadute* che si apre a modo ombrellone e sostiene una persona permettendole di scendere senza subire danni.

In tal caso infatti, data la grande resistenza che tale ombrellone incontra nell'aria, la forza di gravità viene ben presto neutralizzata e quindi la velocità costante con cui il paracadutista finirà per cadere e con la quale raggiungerà il suolo sarà piuttosto piccola.

LAVORO ED INERZIA

LAVORO E SUA MISURA

Consideriamo un punto materiale al quale è applicata una forza: diremo che questa forza compie un *lavoro* quando il punto al quale è applicata subisce uno spostamento.

Se lo spostamento A B (fig. 67) del punto materiale ha la stessa direzione della forza agente F (supposta costante) il

lavoro è misurato, per definizione, dal prodotto della forza F per lo spostamento A B, ossia è:

$$L = F \times \overline{AB}$$

Se invece lo spostamento A B ha una direzione diversa da quella della forza agente (fig. 68) il lavoro s'intende misurato da:

$$L = F' \times \overline{AB}$$

Osservando che i triangoli AFF' ed ABB' sono simili si ha:

$$F : F' = \overline{AB} : \overline{AB'}$$

ossia che:

$$F' \times \overline{AB} = F \times \overline{AB'}$$

nella quale $\overline{AB'}$ è la proiezione dello spostamento A B sulla direzione della forza F ed F' è la proiezione della forza F sullo spostamento del punto A.



FIG. 67

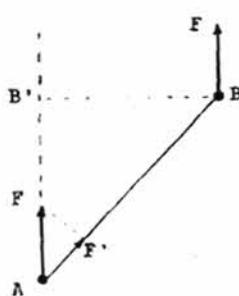


FIG. 68

In ogni caso dunque se chiamiamo F la intensità della forza agente ed s lo *spostamento del suo punto di applicazione riportato sulla direzione della forza* il lavoro compiuto è dato dalla formula:

$$L = F \cdot s$$

Se F è dato in Kilogrammi ed s in metri, il lavoro L sarà in Kilogrammetri e quindi l'*unità di lavoro* sarà il Kilogrammetro ed è rappresentato dal lavoro compiuto da una

forza avente l'intensità di 1 Kg. che produce uno spostamento, nella sua direzione, uguale ad 1 metro.

Consideriamo ora il caso di una forza la quale produca un certo spostamento del suo punto di applicazione, ma non si mantenga costante in intensità od in direzione.

Per calcolare il lavoro eseguito dalla forza, in questo caso, è facile comprendere che bisogna scomporre lo spostamento in tanti piccolissimi spostamenti, così piccoli che entro ciascuno di essi la forza si possa considerare costante, e calcolare i lavori elementari corrispondenti: il lavoro totale sarà allora dato dalla somma dei lavori elementari.

LAVORO MOTORE E LAVORO RESISTENTE

Il lavoro si dice *motore* o *positivo* quando lo spostamento del punto di applicazione della forza (o la proiezione dello spostamento sulla direzione della forza) ha lo stesso senso della forza: si dice invece *resistente* o *negativo* quando lo spostamento ha senso opposto.

Consideriamo un corpo del peso di P Kg.

Tale corpo sia sollecitato da una forza verticale diretta dal basso verso l'alto avente una intensità di F Kilogrammi e sia F maggiore di P . (fig. 69).

Il lavoro L della forza F è allora motore ed è dato ponendo $\overline{AB} = s$, da:

$$L = Fs$$

FIG. 69 invece il lavoro L' della forza P è *resistente* ed è dato da:

$$L' = Ps$$

Un corpo si dice in *equilibrio dinamico* quando si muove con moto uniforme, quando cioè la forza motrice agente F fa in ogni istante equilibrio alla risultante R di tutte le forze che si oppongono al movimento.

Se questo si verifica, il lavoro della forza motrice F (lavoro motore) uguaglia in valore assoluto quello della forza R (lavoro resistente) per qualunque spostamento del corpo.

Consideriamo, ad esempio, il piano inclinato A B (fig. 70) di pendenza i ; e su di esso si muova da A a B, con attrito

trascurabile, un corpo il cui peso P rappresenta la forza che si oppone al movimento (resistenza).

Supponiamo inoltre che la forza motrice F sia di tale in-

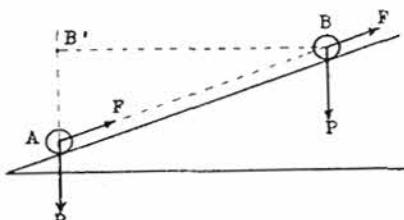


FIG. 70

tensità da equilibrare la resistenza P ; sappiamo da quanto si è già detto trattando del piano inclinato, che è:

$$F = i P$$

e che il moto del corpo è uniforme.

Il lavoro motore L_m per lo spostamento \overline{AB} sarà allora:

$$L_m = F \times \overline{AB}$$

ed il lavoro resistente L_r sarà:

$$L_r = P \times \overline{AB^1}$$

Ma osserviamo che:

$$F = i P$$

ed

$$\overline{AB^1} = i \overline{AB}$$

per cui sostituendo nelle due precedenti relazioni ad F e ad $\overline{AB^1}$ questi loro valori si avrà:

$$L_m = iP \overline{AB}$$

$$L_r = Pi \overline{AB}$$

e quindi si avrà:

$$L_m = L_r$$

cioè nelle condizioni di equilibrio dinamico il lavoro L_m della forza motrice (lavoro motore) è uguale al lavoro L_r della resistenza P (lavoro resistente).

Osserviamo che se il movimento del corpo è ostacolato anche dall'attrito, otterremmo lo stesso risultato, considerando

in luogo della sola forza P la risultante di questa e della resistenza di attrito.

Si è precedentemente trovato che il lavoro di una forza è misurato dal prodotto della intensità della forza per la proiezione dello spostamento del suo punto di applicazione sulla direzione della forza stessa. Ciò regge anche per le traiettorie curvilinee, come è facile capire pensando che una curva si può considerare costituita da tanti elementi rettilinei e che la somma delle proiezioni di questi elementi sopra una data direzione è per l'appunto uguale alla proiezione della curva sopra la direzione stessa.

È facile persuadersi che le proiezioni su una determinata direzione di due archi qualunque, i cui estremi coincidano, sono uguali fra loro.



FIG. 71

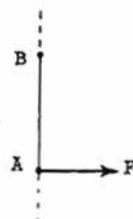


FIG. 72

Ne viene allora di conseguenza che il lavoro eseguito da una forza non dipende dalla diversità del cammino percorso: esso è determinato unicamente dalla proiezione di questo sulla direzione della forza. Così, ad esempio, il lavoro che si compie per innalzare 1 Kg. all'altezza di 1 metro è sempre lo stesso, tanto se gli si fa seguire il segmento verticale $CB = 1$ m. (fig. 71) quanto se si trascina per il piano inclinato senza attrito AB o gli si fa percorrere una curva qualsiasi avente per estremi i punti A e B .

Nel caso particolare che la direzione del moto AB sia perpendicolare alla forza F (fig. 72), il lavoro di questa forza è nullo perché nulla è la proiezione dello spostamento AB sulla direzione della forza F .

Così, ricordando quanto si è detto sulla forza centripeta nel moto circolare uniforme, è evidentemente nullo il lavoro della forza centripeta stessa.

Come pure è nullo il lavoro del peso di un corpo che si muove con moto uniforme sopra un piano orizzontale senza attrito.

Ma per mettere in moto sopra un piano orizzontale senza attrito un corpo, che sia in quiete, si richiede un lavoro motore il quale dipenderà dalla massa m del corpo e dalla velocità v che gli si vuol comunicare.

Infatti: supponiamo che, per mettere in moto il nostro corpo, si impieghi una forza orizzontale d'intensità costante F e che sia a l'accelerazione da essa comunicata alla massa m .

Abbiamo già precedentemente visto, trattando della seconda legge fondamentale della dinamica, che sarà:

$$F = m a$$

e che lo spazio s percorso dalla massa m nel tempo t sarà:

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

per cui moltiplicando membro a membro queste due relazioni si avrà che:

$$F s = \frac{1}{2} m a^2 t^2$$

e siccome sappiamo che:

$$v = at$$

si avrà, sostituendo v^2 ad $a^2 t^2$, che sussisterà la relazione:

$$F s = \frac{1}{2} m v^2$$

fra la massa m , la velocità v ed il lavoro $F s$ eseguito per vincere l'inerzia del corpo.

Si chiama *forza viva* di una massa il semiprodotto di essa per il quadrato della sua velocità di traslazione, cioè la quantità

$$\frac{m v^2}{2}$$

Possiamo allora dire che *il lavoro eseguito da una forza agente sopra un corpo perfettamente libero, è uguale alla forza viva che gli comunica.*

Osserviamo che il nominativo di forza viva del corpo di massa m è alquanto improprio perchè la forza viva non è una forza, ma bensì un lavoro: il lavoro necessario affinchè il corpo di massa m acquisti la velocità v , cioè passi dalla quiete al moto con velocità v .

Un corpo in movimento con velocità v è d'altra parte capace di eseguire nel fermarsi un certo lavoro.

Infatti, consideriamo un carrello C (fig. 73) che cammini per inerzia con una velocità v su di un piano orizzontale senza attrito: ad un certo punto la fune f si tenderà ed a cominciare da tale punto verrà ad agire sul carrello una forza opposta al suo moto, d'intensità uguale al peso P del corpo legato all'altra estremità della fune: il moto del carrello diventerà dunque uniformemente ritardato e la velocità v andrà decrescendo fino ad annullarsi, mentre frattanto il peso P verrà sollevato ad una certa altezza: *il carrello avrà cioè compiuto un certo lavoro a spese della sua velocità*.

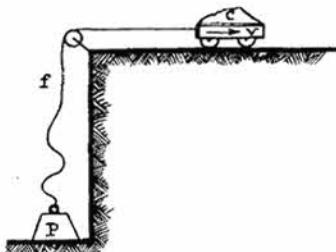


FIG. 73

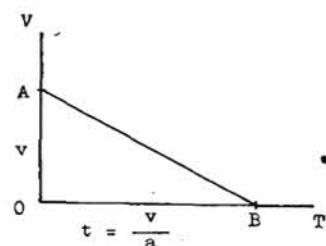


FIG. 74

Si dimostra che tale lavoro è anch'esso misurato dalla forza viva del corpo, cioè dall'espressione:

$$\frac{1}{2} m v^2.$$

Infatti: rappresentiamo (fig. 74) il moto uniformemente ritardato del carrello nel diagramma (V , T) con la retta AB , il segmento OA rappresenterà la velocità v del carrello, il segmento OB il tempo t necessario per ridursi in quiete, cioè

$$\frac{v}{a}.$$

Si avrà allora che l'area del triangolo OAB sarà data da:

$$\frac{1}{2} \overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OB} = \frac{1}{2} v \times \frac{1}{a} v^2 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a};$$

moltiplicandola per

$$\frac{a}{a}$$

il suo valore non si altera e potremo allora scrivere che l'area del triangolo sarà data da:

$$\frac{1}{2} \frac{a v^2}{a^2}$$

e siccome

$$\frac{v}{a} = t,$$

l'area stessa sarà data da:

$$\frac{1}{2} a t^2$$

Ma questo non è altro che il valore dello spazio percorso dal carrello dal momento in cui il suo moto comincia ad essere uniformemente ritardato fino al momento in cui si riduce in quiete, cioè per il tempo t quindi è anche il valore dello spazio percorso dal peso P durante il tempo t .

Il lavoro eseguito dal carrello durante tale spazio sarà uguale al lavoro eseguito dal peso P per il medesimo spazio cioè sarà:

$$L = P s = P \frac{1}{2} a t^2$$

e siccome

$$t^2 = \frac{v^2}{a^2}$$

sostituendo si avrà:

$$L = P \frac{\frac{1}{2} v^2}{a^2} = \frac{\frac{1}{2} P}{a} v^2$$

e ricordando che il rapporto tra una forza costante e l'accelerazione è uguale alla massa del corpo sul quale la forza agisce, per cui:

$$\frac{P}{a} = m = \text{massa del carrello},$$

si avrà in definitiva:

$$L = \frac{1}{2} m v^2$$

cioè il lavoro compiuto dal carrello a spese della sua velocità è uguale alla sua forza viva.

Potremo pertanto dire in generale che *la forza viva di un corpo di massa m*, cioè l'espressione:

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

rappresenta:

1°) *il lavoro necessario per far passare il corpo stesso dalla quiete alla velocità v;*

2°) *il lavoro che il corpo è capace di eseguire nel ridursi in quiete, cioè a spese della sua velocità.*

Quanto si è ora trovato ci spiega alcuni fenomeni che comunemente osserviamo: ad esempio un pendolo, arrivato alla sua posizione più bassa, risale dall'altra parte alla medesima altezza del punto di partenza.

Un convoglio ferroviario ed un autoveicolo continuano a muoversi dopo che hanno cessato di agire rispettivamente la macchina od il motore e si fermano solo quando la resistenza di attrito abbia esaurita la forza viva del convoglio o dell'autoveicolo.

Con le berte, che servono a conficcate i pali nel terreno, si lascia cadere un peso dall'alto sulla testa del palo; se quel peso lo si facesse semplicemente appoggiare sulla testa del palo non produrrebbe effetto.

ENERGIA

Si dice che un corpo possiede energia ogni qualvolta questo corpo, per una ragione qualunque, è in grado di eseguire un lavoro.

L'energia di un corpo si misurerà quindi mediante il lavoro che esso è capace di compiere.

Da quanto si è precedentemente studiato sappiamo che i corpi in movimento sono in grado di compiere lavoro: essi quindi possiedono dell'energia che chiameremo *energia di movimento* od *energia cinetica*.

Poichè abbiamo visto che il lavoro che un corpo può compiere in virtù della sua velocità è dato dalla sua forza viva, deduciamo che *l'energia cinetica di un corpo è espressa dalla sua forza viva*.

Avremo quindi:

$$W_c = \frac{1}{2} m v^2$$

indicando con W_c l'energia cinetica del corpo, con m la sua massa e con v la sua velocità.

Se v è dato in m/sec ed

$$m = \frac{\text{Peso del corpo in Kg.}}{\text{accelerazione di gravità in m/sec}^2}$$

si vede chiaramente che W_c sarà espressa in Kgm.

Un corpo può anche essere in grado di compiere lavoro, e quindi di possedere energia, per il fatto che occupa una speciale posizione: tale energia dovuta alla posizione occupata dal corpo la chiameremo *energia di posizione* od *energia potenziale*.

Un corpo pesante, che sia stato sollevato ad una certa altezza è in grado, nel discendere verso la terra, di compiere un lavoro: ad esempio di sollevare un altro corpo, di mettere in movimento un meccanismo, ecc.: possiede dunque energia a causa della particolare posizione che occupa e diremo quindi che possiede energia di posizione od energia potenziale.

L'energia potenziale si può ritenere misurata dal lavoro massimo che il corpo può compiere discendendo fino a terra.

Se dunque P è il peso del corpo ed h l'altezza a cui si trova, l'energia potenziale del corpo stesso sarà:

$$W_p = P \cdot h.$$

Se P è espresso in Kg. ed h è espresso in metri sarà W_p espresso in Kgm.

CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

Abbiamo ora vista che un corpo di peso P sollevato ad una altezza h possiede una energia potenziale

$$W_p = P \cdot h.$$

Se noi lo facciamo discendere verticalmente di un tratto s , senza incontrare nessuna resistenza, la sua energia potenziale diviene evidentemente:

$$W'_p = P(h - s) = Ph - Ps$$

Abbiamo precedentemente visto che quando un corpo pesante partendo dalla quiete cade verticalmente nel vuoto (ossia con resistenza dell'aria nulla) il suo moto è uniformemente accelerato e per esso valgono le relazioni

$$v = gt \quad \text{ed} \quad s = \frac{1}{2} gt^2$$

dalle quali si ricava, sostituendo nella seconda il valore di t ricavato dalla prima, e cioè

$$t = \frac{v}{g},$$

che

$$s = \frac{1}{2} g \frac{v^2}{g^2} = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g}$$

ossia che

$$v^2 = 2gs$$

e quindi

$$v = \sqrt{2gs}.$$

Questa è quindi la velocità acquistata dal corpo nel punto di altezza da terra $h - s$ cioè dopo essere disceso verticalmente dell' spazio s .

Di conseguenza in tal punto il corpo stesso avrà acquistata una energia cinetica:

$$W_c' = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \cdot 2 g s = m g s;$$

ma

$$m g = P$$

quindi:

$$W_c' = P s$$

Concludendo, potremo dunque scrivere:

$$W_p' = W_p - W_c'$$

ossia:

$$W_c' = W_p - W_p'$$

e quindi possiamo dire che *l'energia cinetica acquistata dal corpo nel cadere verticalmente da un'altezza h per un tratto s è uguale all'energia potenziale perduta.*

Se poi il corpo, durante la sua discesa, incontra una resistenza ed eseguisce un certo lavoro, acquista una velocità e di conseguenza una energia cinetica minore: ci limiteremo ad accenare che si può dimostrare che, in questo caso, *l'energia cinetica acquistata sommata con il lavoro prodotto è uguale all'energia potenziale perduta.*

Accenneremo inoltre che questo risultato si può estendere a qualunque altra forma di energia e costituisce la legge più importante della fisica detta *principio della conservazione dell'energia* che può essere enunciata così: *se in un sistema che possiede energia questa subisce delle trasformazioni, la energia finale, sommata col lavoro prodotto, è uguale all'energia iniziale del sistema.*

POTENZA

Per ottenere lavoro occorre dunque energia: un dispositivo che trasformi l'energia in lavoro si chiama *motore*.

Ad esempio il motore termico trasforma l'energia termica in lavoro, il motore elettrico trasforma l'energia elettrica in lavoro, ecc.

Diremo che un motore è tanto più *potente* quanto minore è il tempo che impiega a compiere un determinato lavoro, o

quanto maggiore è il lavoro che esso compie in un determinato tempo.

Chiameremo quindi *potenza di un motore* il lavoro che esso è capace di compiere nell'unità di tempo.

La potenza P di un motore sarà dunque espressa dal rapporto tra il lavoro L da esso compiuto ed il tempo t impiegato a compierlo, cioè sarà

$$P = \frac{L}{t}$$

Se L è espresso in Kilogrammetri e t in minuti secondi, P sarà espresso in Kilogrammetri per secondo (Kgm/sec.).

In pratica però si adotta spesso un'altra unità 75 volte più grande, chiamata *cavallo vapore* ed indicata col simbolo HP. corrispondente ad una erogazione di lavoro pari a 75 Kgm. per ogni minuto secondo.

Si ha, in tal caso

$$P (\text{in HP}) = \frac{1}{75} \frac{L}{t}$$

Da questa relazione risulta evidente che un motore ha una potenza di 1 HP. quando compie il lavoro di 75 Kgm. in un minuto secondo.

LE UNITÀ DI MISURA

Misurare una grandezza significa confrontarla con un'altra grandezza omogenea presa per *unità* e determinare quante volte questa si deve ripetere per formare quella. Il numero, intero o frazionario, che così si ricava è il valore della grandezza data.

Per ciascuna specie di grandezze si potrebbe scegliere ad arbitrio l'unità, indipendentemente dalle altre specie, con la sola condizione che tutte le unità si mantenessero invariabili e fossero esattamente riproducibili.

Si è però trovato più comodo e più conveniente far dipendere le diverse unità le une dalle altre, valendosi di qualche relazione geometrica o di qualche legge fisica che le leggi.

Così ad esempio nel sistema metrico si è scelta ad arbitrio l'unità lineare e da essa si è derivata l'unità di superficie ricorrendo alla formula che dà l'area di un quadrato:

$$A = l^2$$

che si può pertanto chiamare *formula di derivazione* dell'unità di superficie nel sistema metrico.

Così pure, nello stesso sistema metrico, si è scelta per formula di derivazione dell'unità di volume quella che dà il volume del cubo ($V = l^3$).

Analogamente dopo avere adottato ad arbitrio le unità di lunghezza e di tempo, si è derivata l'unità di velocità ricorrendo alla relazione:

$$v = \frac{l}{t}$$

e l'unità di accelerazione ricorrendo alla relazione:

$$a = \frac{v}{t} = \frac{l}{t^2}$$

Bastano questi pochi esempi per far apparire chiaro come, procedendo in tal modo, si stabiliscono due categorie di unità ben distinte e cioè quelle scelte arbitrariamente che si chiamano *unità fondamentali* e quelle che da esse si deducono che si chiamano *unità derivate*.

In meccanica si hanno sostanzialmente solo due sistemi di misura dimensionalmente differenti, secondo che si assumono come grandezze fondamentali:

- a) lunghezza, massa, tempo;
- b) lunghezza, forza, tempo.

Molto usato è il *sistema C. G. S.* (centimetro, grammo-massa, secondo) nel quale si assumono, come unità fondamentali, le tre seguenti:

1°) il **CENTIMETRO** come unità di lunghezza, che si indica col simbolo 1 cm. e che è definito: la centesima parte del metro internazionale di platino iridiato alla temperatura del ghiaccio fondente, conservato nell'Ufficio internazionale dei pesi e delle misure a Sèvres.

Tale metro campione corrisponde approssimativamente alla quarantamilionesima parte del meridiano terrestre

2°) il GRAMMO-MASSA come unità di massa, che si indica col simbolo g e che è definito: la millesima parte della massa del campione di platino rappresentante il Chilogrammo che si conserva negli Archivi di Parigi.

Il grammo-massa si può anche approssimativamente ritenere uguale alla massa di un centimetro cubo di acqua distillata alla temperatura di 4° centigradi.

3°) il SECONDO come unità di tempo, che si indica col simbolo sec e che è definito: la ottantaseimilaquattrocentesima parte del giorno solare medio.

Da queste unità fondamentali si deducono tutte le seguenti altre unità derivate:

UNITÀ DI SUPERFICIE = 1 centimetro quadrato = 1 cm².

UNITÀ DI VOLUME = 1 centimetro cubo = 1 cm³.

UNITÀ DI VELOCITÀ = 1 cm in 1 sec = 1 cm/sec, definita: la velocità con la quale un corpo percorre di moto uniforme l'unità di lunghezza nell'unità di tempo.

UNITÀ DI ACCELERAZIONE = 1 cm/sec in un sec = 1 cm/sec², definita: l'accelerazione che un corpo acquista quando la sua velocità aumenta uniformemente dell'unità in un secondo.

UNITÀ DI FORZA: tenendo presente la relazione fondamentale $F = ma$, si assume come forza unitaria quella capace di imprimere una accelerazione di 1 cm/sec² ad un corpo avente la massa di grammo; tale unità di forza si chiama *dina*.

UNITÀ DI LAVORO: tenendo presente la relazione $L = Fs$ si assume come lavoro unitario quello eseguito dalla forza di 1 dina che produce uno spostamento di 1 cm; questa unità di lavoro si chiama *erg* ed un suo multiplo (10 milioni di erg) si chiama *joule*.

UNITÀ DI POTENZA: tenendo presente la definizione di potenza si assume come potenza unitaria *l'erg per secondo* (erg/sec) ovvero il *joule per secondo* (joule/sec).

A quest'ultima unità si dà il nome di *Watt*; si usa spesso un suo multiplo (1000 Watt) che si chiama chilowatt (KW).

Da queste unità di potenza si ricava un'altra unità di la-

voro, di uso frequente: il *watt-ora* (Wh) ovvero un suo multiplo, il *chilowatt-ora* (K Wh) corrispondenti rispettivamente al lavoro prodotto in un'ora della potenza di 1 W. o di 1 KW.

Pertanto il Wh vale 3600 joule ed il KWh vale 3.600.000 joule.

In pratica però è anche usato il *sistema tecnico* nel quale si assumono come unità fondamentali le tre seguenti:

1) il *metro* come unità di lunghezza e che si indica col simbolo m.

2) il *secondo* come unità di tempo e che si indica col simbolo sec.

3) il *Chilogrammo* come unità di forza e che si indica col simbolo Kg.

Da queste unità fondamentali si deducono le seguenti altre unità derivate:

UNITÀ DI SUPERFICIE = 1 metro quadrato = 1 m².

UNITÀ DI VOLUME = 1 metro cubo = 1 m³.

UNITÀ DI VELOCITÀ = 1 m in 1 sec = 1 m/sec, definita: la velocità con la quale un corpo percorre con moto uniforme un metro in un secondo.

UNITÀ DI ACCELERAZIONE = 1 m./sec. in 1 sec. = 1 m./sec.², unità: l'accelerazione che un corpo acquista quando la sua velocità aumenta uniformemente dell'unità in un secondo.

UNITÀ DI LAVORO: tenendo presente la relazione $L = F_s \cdot s$ si assume come lavoro unitario quello eseguito dalla forza di 1 Kg. che produce uno spostamento di 1 m. Questa unità di lavoro si chiama *Chilogrammetro* e si indica col simbolo Kgm.

UNITÀ DI POTENZA: tenendo presente la definizione di potenza si assume come potenza unitaria il *chilogrammetro per secondo* (Kgm./sec.).

UNITÀ DI MASSA: tenendo presente la relazione

$$m = \frac{P}{g}$$

e che $g = 9,81$ m./sec.² la massa unitaria è rappresentata dalla massa di un corpo avente il peso di Kg. 9,81. A questa unità non si è attribuito alcun nome speciale e pertanto la indicheremo con la sigla u. t. (unità tecniche).

Così ad esempio diremo che un corpo del peso di 180 Kg.
ha una massa di

$$\frac{180}{9,81} = 17,34 \text{ u. t.}$$

Tenendo presente quanto si è precedentemente esposto,
possiamo trovare la corrispondenza tra le unità del sistema tec-
nico e quelle del sistema C. G. S. per le principali grandezze:

Per la grandezza massa si vede facilmente che l'unità tec-
nica equivale a 9810 grammi;

Dalla relazione $F = ma$ supponendo $m = 1 \text{ u. t.}$ (cioè
9810 g.) ed $a = 1 \text{ m./sec.}^2$ (cioè 100 cm./sec.²) risulta $F = 1 \text{ Kg.}$
ed anche $F = 9810 \times 100 = 981000 \text{ dine}$; di conseguenza possiamo dire
che per quanto riguarda la grandezza *forza* il chilogrammo
equivale a 981000 dine.

Dalla relazione $L = Fs$ supponendo $F = 1 \text{ Kg.}$ (cioè
981000 dine) ed $s = 1 \text{ m.}$ (cioè 100 cm.) risulta $L = 1 \text{ Kgm.}$
ed anche $L = 981000 \times 100 = 98100000 \text{ erg}$; di conseguenza possiamo dire che per quanto riguarda la grandezza *lavoro* il
chilogrammetro equivale a 98100000 erg ovvero a 9,81 joule.

Per quanto riguarda la grandezza *potenza* è allora evi-
dente che il chilogrammetro per secondo equivale a 98100000
erg./sec. ossia a 9,81 Watt e che il cavallo-vapore equivale a
 $75 \times 9,81 = 736$ Watt.

VIII.

CALORE E TEMPERATURA

Quando si tocca un oggetto qualunque, si riporta una sensazione di caldo oppure di freddo. Alla causa di queste sensazioni si da il nome di calore.

Senza entrare in merito alla natura del calore, consideriamo invece gli effetti che l'azione del calore produce sui corpi.

EFFETTI DEL CALORE SUI CORPI

Come più diffusamente si dirà in seguito, tutti i corpi, semplici e composti, col variare della temperatura e della pressione, passano dall'uno all'altro dei tre stati fisici: solido liquido e gassoso; ma nei limiti di esistenza di una delle tre fasi si hanno dei fenomeni che è opportuno esaminare.

Tutti sanno che la principale azione del calore sui corpi è quella di farli variare di volume; la classica esperienza della pallina metallica che, se fredda, passa attraverso ad un anello, e viceversa non vi passa più quando viene scaldata, ne è una chiara dimostrazione.

L'esperienza ci insegna inoltre che, se un corpo freddo viene posto a contatto con uno caldo, il primo si riscalda ed il secondo si raffredda fino a che i due corpi non hanno acquistato, come si dice, lo stesso *stato termico o temperatura*.

Ciò sta a dimostrare che il calore passa, per contatto, da un corpo all'altro.

Esaminiamo ora più dettagliatamente i fenomeni termici accennati.

MISURAZIONE DELLO STATO TERMICO O TEMPERATURA DEI CORPI

Lo stato termico si determina mediante strumenti chiamati indicatori termici e basati sulla modifica di alcune proprietà fisiche che i corpi subiscono per effetto del calore.

Una bottiglietta di vetro con collo lungo e sottile, parzialmente riempita di un liquido qualunque, costituisce un indicatore termico. Infatti se portiamo la bottiglietta a contatto con un corpo qualsiasi, dopo un certo tempo il liquido, che si sarà dilatato o contratto, assumerà un certo livello fisso. Portando poi l'indicatore a contatto con un altro corpo, se il livello del liquido assume la medesima posizione possiamo dire che i due corpi hanno lo stesso *stato termico* o la stessa *temperatura*, nel caso contrario si dirà che i due corpi hanno temperature diverse.

Si è trovato utile nella pratica non soltanto di stabilire l'uguaglianza o la disuguaglianza tra le temperature dei vari corpi, ma anche di rappresentare il loro stato termico con dei numeri.

Gli strumenti atti a tale scopo sono detti *termometri*.

Termometri.

Il più comune dei termometri è quello basato sulla dilatazione di un liquido adatto (sostanza termometrica), che in generale è costituito da mercurio, alcole o toluolo. Il termometro è per solito costituito da un cannello di vetro, con foro capillare calibrato, terminante in basso con una cavità sferica o cilindrica detta *bulbo*.

Nel bulbo e in una parte del cannello si trova la sostanza termometrica.

Il tubo termometrico è graduato; la graduazione più usata è quella *centigrada* o di Celsius.

Questa graduazione è basata sul fatto che la temperatura alla quale si manifestano i cambiamenti di stato di un dato corpo è sempre fissa ed indipendente dalla temperatura dell'ambiente.



FIG. 75

I punti fissi adottati nella graduazione centigrada sono: la temperatura del ghiaccio fondente ($= 0$) e quella del vapore d'acqua bollente, alla pressione atmosferica normale ($= 100$).

L'intervallo fra 0° e 100° , viene diviso in 100 parti uguali e ciascuna di esse si chiama centigrado. La gradazione viene, quando occorre, prolungata al disopra di 100° e al disotto di 0° (1).

Con questo strumento la temperatura dei corpi può essere rappresentata da un numero. Così se immergendo il termometro in un liquido si vede che la sostanza termometrica arriva al numero 50, diremo che la temperatura del liquido è di 50 gradi centigradi.

Per misurare temperature molto basse, poiché il mercurio solidifica a $38^\circ,87$ sotto zero, si adoperano come sostanze termometriche il toluolo o il pentano liquido, che permettono di misurare temperature fino a 200° sotto zero.

Per certe determinazioni meteorologiche vengono usati i termometri a massima e a minima i quali, mediante appositi dispositivi, permettono di stabilire la massima e la minima temperatura, raggiunte da un corpo in un dato periodo di tempo.

Pirometri.

Per misurare temperature molto alte si ricorre ad apparecchi fondati su principi differenti, e detti in generale *pirometri*.

Un tipo di pirometro è quello basato sul così detto effetto termoelettrico. Se si hanno due fili metallici composti di so-

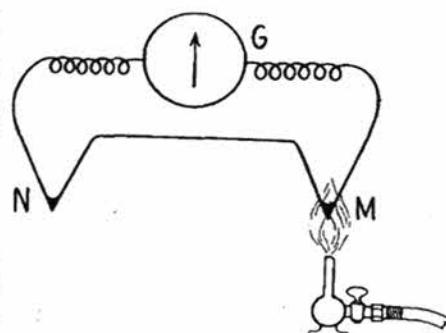


FIG. 76

(1) In alcuni paesi sono adottate scale termometriche diverse da quella centigrada; citeremo la scala Réaumur nella quale la temperatura del ghiaccio fondente è ancora indicata con 0° , mentre quella dell'acqua bollente corrisponde a 80° e la scala Fahrenheit, nella quale la temperatura del ghiaccio fondente corrisponde a 32° e quella dell'acqua bollente a 212° .

stanze differenti, quali ad esempio il rame ed il ferro, e saldati nei punti M ed N , è stato rilevato che, mantenendo a temperatura ordinaria la saldatura N e scaldando la saldatura M , nasce nel circuito formato dai due fili una corrente elettrica, la cui intensità, è proporzionale alla differenza di temperatura fra le due saldature, e può essere valutata dal galvanometro G . Essa ci consente pertanto, mediante un'opportuna tabella, di conoscere la temperatura in M .

DILATAZIONE TERMICA DEI CORPI

Dilatazione dei solidi.

La dilatazione dei corpi solidi avviene, come è lecito pensare, proporzionalmente alla temperatura e alle dimensioni iniziali del corpo, ma dipende anche dalla sostanza di cui è costituito il corpo stesso.

In altre parole la dilatazione, che cresce col crescere della temperatura, è più sensibile nella direzione della maggior dimensione del corpo; così, in un filo metallico, mediante un aumento di temperatura si ottiene un allungamento ed un ingrossamento, ma, mentre il secondo è appena apprezzabile, il primo è assai sensibile.

Il numero che esprime per ciascun corpo la dilatazione dell'unità di lunghezza del corpo stesso, dovuta al riscaldamento di un grado, si chiama *coefficiente di dilatazione* e si indica con la lettera λ (per il rame $\lambda = 0,000017$; per il ferro $\lambda = 0,000012$; per il vetro $\lambda = 0,000002$).

Secondo quanto abbiamo esposto, siamo in grado, conoscendo il valore di λ e la lunghezza l_0 di un filo o di una sbarra, di determinare l'allungamento di essa ad una temperatura qualsiasi t .

Infatti, se per l'aumento di un grado l'unità di lunghezza aumenta di λ , per t gradi aumenterà di λt , e perciò sarà $l_0 + \lambda t$ l'allungamento subito dalla sbarra di lunghezza l_0 . Avremo quindi

$$l_t = l_0 + l_0 \lambda t$$

cioè

$$l_t = l_0 (1 + \lambda t)$$

Per effetto del riscaldamento, come abbiamo già detto, tutte le dimensioni di un corpo aumentano con conseguente aumento di volume. Con una relazione analoga a quella trovata per la dilatazione lineare, si potrà perciò valutare la dilatazione cubica.

Dilatazione dei liquidi.

In generale i liquidi si dilatano più dei solidi. Tale dilatazione che si manifesta, come è ovvio, con aumento di volume, è espressa da una relazione analoga a quella dei solidi.

Per quanto si riferisce all'acqua, si riscontra un'anomalia; infatti, a partire da 0° e fino a 4° , l'acqua, anziché dilatarsi, diminuisce di volume col crescere della temperatura; oltre i 4° , per un ulteriore aumento di temperatura, l'acqua si dilata regolarmente nel modo già detto.

Dilatazione dei gas.

I gas si dilatano per effetto del calore molto più dei solidi e dei liquidi; inoltre hanno la particolarità che il coefficiente di dilatazione α può ritenersi praticamente uguale per tutti i gas. Il suo valore è, con buona approssimazione, il seguente:

$$\alpha = 0,00367 = \frac{I}{273}$$

In altre parole tutti i gas, scaldati a pressione costante, aumentano di volume, per ogni grado, di $\frac{I}{273}$ del volume iniziale.

QUANTITÀ DI CALORE

Abbiamo già detto che, se un corpo caldo viene posto a contatto con un corpo freddo, il primo si raffredda ed il secondo si riscalda, fino ad avere nei due corpi una stessa temperatura; ha luogo quindi un processo in cui qualcosa passa da un corpo all'altro (la scienza ha identificato questo qualcosa come una forma di energia, detta energia termica o calore). Diremo quindi che quando un corpo si raffredda *perde calore*, mentre quando si riscalda *assorbe calore*.

Apparecchi appositi permettono di valutare la *quantità* di calore perduta o acquistata da un corpo, e si è assunta come unità di misura la *caloria* che corrisponde alla quantità di calore capace di riscaldare di un grado un Kg di acqua, o meglio di portare un chilogrammo di acqua da 14°,5 a 15°,5 gradi di temperatura.

Si suol talora adoperare la millesima parte della caloria che si chiama *piccola caloria*.

La quantità di calore che bisogna fornire ad un corpo perchè la sua temperatura aumenti di un certo numero di gradi varia secondo la natura del corpo stesso. Ogni corpo ha quindi un proprio *calore specifico*, che si definisce come la quantità di calore che bisogna somministrare a un chilogrammo della sostanza per innalzarne la temperatura di un grado.

L'acqua è una delle sostanze che ha il calore specifico più alto; quindi per riscaldarsi assorbe una grande quantità di calore, ed è per questo che essa ha un così alto potere raffreddante e di conseguenza una notevole efficacia nello spegnimento degli incendi.

PROPAGAZIONE DEL CALORE

Se di una sbarra qualunque si riscalda un estremo, a poco a poco il calore si propaga fino all'altro estremo. Tale propagazione avviene più o meno lentamente a seconda della natura dei corpi; in alcuni, detti *isolanti o cattivi conduttori*, avviene in modo quasi insensibile (vetro, legno ecc.) mentre in altri, detti *buoni conduttori*, avviene assai rapidamente (rame, alluminio, ferro ecc.).

Per rendersi conto di questo fatto basta osservare che non si può tenere impunemente in mano l'estremità di un filo di rame scaldato all'altra estremità, mentre questo può farsi con un filo di ferro e, meglio ancora, con una bacchetta di vetro o con un pezzo di legno.

Quando, come avviene in generale nei corpi solidi, il calore si trasmette dagli strati riscaldati a quelli immediatamente a contatto, senza alterazione o spostamento della materia del corpo, si dice che il calore si propaga per *conduzione*.

Può avvenire altresì che il riscaldamento di una regione del corpo provochi un movimento della materia dalle regioni

più calde a quelle più fredde, con che la materia in movimento comunica il calore alle regioni che va man mano attraversando e infine a tutta la massa del corpo. Questo modo di propagazione, che avviene per il solito nei liquidi o nei gas, si dice per *convezione*. Il riscaldamento dei locali di abitazione con i comuni caloriferi, è per l'appunto prodotto dal movimento dell'aria intorno ad essi, movimento dovuto al fatto che l'aria riscaldandosi si dilata, perciò diventa più leggera e tende a salire in alto.

I movimenti delle particelle liquide o gassose, che in tal modo si verificano, si dicono *moti convettivi*.

Infine si osserva che un corpo più caldo può determinare il riscaldamento di un corpo più freddo senza che vi sia contatto diretto e senza che fra i due corpi sia interposto un mezzo ponderabile. Si dice allora che il calore si propaga per *irraggiamento*. È appunto in tal modo che il sole trasmette attraverso allo spazio il calore alla terra ed a tutti i pianeti.

CAMBIAMENTO DI STATO DEI CORPI

È noto che tutte le sostanze si possono presentare in tre diversi stati di aggregazione: *solido*, *liquido* e *gassoso*, ed è noto altresì che, mediante il calore, è possibile far passare un corpo dallo stato solido allo stato liquido (*fusione*) o viceversa (*solidificazione*), come pure è possibile produrre la *evaporazione* di un liquido o la *liquefazione* di un gas.

Fusione e solidificazione.

Si ha la fusione quando, per azione del calore, un corpo dallo stato solido passa allo stato liquido; questo fenomeno, benchè possa considerarsi di carattere generale, pure presenta delle eccezioni per quelle sostanze ad esempio che, per effetto del calore, si decompongono, oppure per quelle che passano direttamente dallo stato solido allo stato gassoso.

Inoltre, nel fenomeno della fusione, non tutti i corpi si comportano allo stesso modo. Alcuni di essi infatti, prima di passare allo stato liquido, attraversano una serie di stati intermedi, cioè assumono il così detto stato pastoso (es.: ce-

ralacca), mentre la normale fusione avviene rapidamente, senza passaggi di stato intermedi.

Per provocare la fusione di un corpo è necessario fornirgli calore fino a che non venga raggiunta una determinata temperatura (*temperatura di fusione*), alla quale ha inizio la fusione. Da questo momento, fino alla completa fusione del corpo, la temperatura rimane costante.

Si dice *calore di fusione* la quantità di calore assorbita da un chilogrammo della sostanza per passare dallo stato solido allo stato liquido.

Quando invece un corpo allo stato liquido viene raffreddato, raggiunta una certa temperatura, si solidifica. È ovvio che la temperatura di solidificazione è uguale a quella della fusione.

Tutti i corpi, nel fondere, subiscono una variazione di volume; ordinariamente si ha aumento di volume; fanno eccezione l'acqua (che, come si sa, ha un volume maggiore allo stato solido che allo stato liquido), la ghisa e poche altre sostanze.

Sulla temperatura a cui avviene la fusione, detta *punto di fusione*, influenza anche la pressione, nel senso che, coll'aumentar della pressione, si ha un aumento del punto di fusione in quei corpi che, fondendo, aumentano di volume, mentre invece il punto di fusione si abbassa per quelli che, nel fondere, diminuiscono di volume.

Caratteristico è il comportamento delle leghe nel fenomeno della fusione: in generale infatti una lega fonde a temperatura inferiore al punto di fusione di tutti i suoi componenti.

Vaporizzazione ed ebollizione.

In generale tutte le sostanze liquide e solide hanno una certa tendenza a passare allo stato di vapore; tendenza che è più manifesta nei liquidi che nei solidi. Ciò è dovuto al fatto che alla superficie dei corpi si produce la cosiddetta tensione di vapore. Il fenomeno del passaggio dei liquidi allo stato di vapore prende il nome di *evaporazione*. Il passaggio di un corpo solido direttamente allo stato di vapore, e cioè senza liquefarsi, dicesi invece *sublimazione*. Questa emissione di vapore, quando ha luogo in uno spazio chiuso, non continua indefinitamente, per-

chè, ad un certo momento, si raggiunge l'equilibrio fra liquido (o solido) e vapore, essendosi il vapore sufficientemente concentrato: *vapore satturo*.

L'evaporazione aumenta con la temperatura e, quando la tensione di vapore uguaglia la pressione atmosferica, si ha l'ebollizione.

Questo ci spiega perchè, variando la pressione atmosferica, varia il punto di ebollizione dei liquidi. Per esempio l'acqua in alta montagna bolle a meno di 100 gradi, e viceversa, in una caldaia in pressione, bolle a temperature più elevate.

Liquefazione dei gas.

Il passaggio dallo stato di vapore allo stato liquido può avversi per raffreddamento (*condensazione*). Si può agevolare tale passaggio sottoponendo il gas a pressione, ma la pressione sola non basta, se il gas non si trova a temperatura inferiore alla così detta *temperatura critica*, che è appunto quella temperatura — diversa da un gas all'altro — al disopra della quale non è possibile liquefare un gas.

La temperatura critica dell'anidride carbonica è 31°, mentre quella dell'aria è di 140 gradi sotto zero.

Quando si comprime un gas, questo si riscalda e, se noi gli sottraiamo il calore prodotto, quando il gas torna ad espandersi assorbe calore dall'ambiente circostante producendo un raffreddamento.

Il ben noto fenomeno della produzione di neve di anidride carbonica avviene perchè il raffreddamento provocato dalla espansione del gas è talmente forte che fa solidificare anche parte del gas stesso.

Come è noto su questo principio è basato il funzionamento degli estintori a neve di anidride carbonica.

EQUIVALENTE MECCANICO DELLA CALORIA E CENNI SULLA TERMODINAMICA

Se osserviamo ad esempio che: quando si lima un pezzo di ferro questo si riscalda, quando si strofina un fiammifero sulla scatola si produce tanto calore da farlo accendere ecc., ci si persuade agevolmente che il calore può essere prodotto anche da azioni meccaniche. I fisici hanno anzi stabilita un'esatta

relazione fra il lavoro compiuto e il calore prodotto, determinando il cosiddetto *equivalente meccanico della caloria*: una caloria è equivalente a 427 Kgm.

Ciò significa che, con un lavoro pari a 427 chilogrammetri si può produrre una quantità di calore pari ad una caloria.

Il principio fondamentale della conservazione dell'energia (l'energia in natura non si disperde, ma si trasforma), ci fa intuire come si possa sfruttare una forma di energia per ottenerne un'altra; così nelle macchine, dette termiche, si sfrutta l'energia calorifica per avere energia meccanica.

La macchina termica in altre parole è un dispositivo col quale è possibile trasformare il calore in energia meccanica, capace di fare un lavoro. Tali sono ad esempio la motrice a vapore ed il motore a scoppio.

Però in pratica tale trasformazione non è mai completa, poichè una parte del calore fornito sfugge alla trasformazione stessa. Si chiama *rendimento* di una macchina termica il rapporto fra la quantità di calore effettivamente trasformato in lavoro e la quantità di calore totale fornita dal combustibile.

SORGENTI DI CALORE

Oltreché per via meccanica, nel modo anzidetto, il calore può essere ottenuto per trasformazione dell'energia elettrica, come avviene nei comuni apparecchi elettrodomestici di riscaldamento.

La fonte di calore praticamente più diffusa è tuttavia quella dovuta alle reazioni chimiche dei corpi di cui più diffusamente si dirà nell'apposito Cap. X.

Tali reazioni prendono comunemente il nome di *combustioni*.

Le sostanze combustibili bruciando sviluppano una diversa quantità di calore.

Si chiama *potere calorifico* di un combustibile la quantità di calore, espressa in calorie, che un chilogrammo del combustibile può sviluppare, bruciando completamente.

Nella seguente tabella riportiamo il valore del potere calorifico per i combustibili più comuni.

Idrogeno	34600
Metano	13060
Gas illuminante	8000-11000
Ossido di carbonio	2400
Benzina	10400
Olio Diesel	10300
Alcool	6850
Solfuro di carbonio	3400
Cera	9000
Antracite	8000
Litantrace	7500
Lignite	4200-6000
Carbone di legna	7000-8000
Legna secca	3600
Coke	6900-7100

Nei focolari comuni ed in genere negli apparecchi di combustione, come già si è detto, non viene però utilizzata che una frazione del potere calorifico dei combustibili; frazione che in genere non supera l'80%.

IX.

NOZIONI PRINCIPALI DI MAGNETISMO E DI ELETTRICITÀ

CENNI SUL MAGNETISMO

Alcuni corpi, specialmente metallici, hanno la proprietà di attirare pezzetti di ferro o di nichel; tali corpi si chiamano *magneti* o *calamite*, e la proprietà anzidetta prende il nome di potere magnetico o *magnetismo*.

Altre sostanze, come l'acciaio, hanno la proprietà di acquistare il potere magnetico, quando vengano strofinite per un certo tempo e sempre nello stesso verso, sopra una calamita.

L'esperienza dimostra che l'attrazione magnetica si manifesta solo agli estremi della sbarra magnetizzata, che vengono chiamati *poli* della calamita.

L'esperienza pone inoltre in evidenza come uno degli estremi della sbarra, quando questa possa ruotare liberamente su di un perno, si dirige costantemente nella direzione del *nord* geografico; esso viene chiamato *polo nord*, mentre l'altro estremo, che si dispone nell'opposta direzione, si chiama *polo sud*.

Il fatto che uno dei poli della calamita si dirigga costantemente verso il nord geografico, è stato dai tecnici utilizzato per la fabbricazione di quegli apparecchi che si dicono *bussole* e che servono per l'orientamento.

Si chiama *campo magnetico* di una calamita lo spazio entro il quale è risentita l'azione di essa. Questo fatto può essere messo chiaramente in evidenza mediante i cosiddetti spettri magnetici, che si ottengono ponendo un foglio di carta orizzontale su di una calamita e poi versando su di esso lentamente

della limatura di ferro. Vedremo in tal modo la limatura disposta secondo linee che, partendo da un polo della calamita, si allargano nello spazio intermedio fra i due poli e poi nuovamente si infittiscono giungendo all'altro polo.

Le linee, tanto più fitte quanto più il campo magnetico è intenso, si dispongono secondo la direzione del *flusso magnetico*, che da un polo della calamita va all'altro polo, quasi a indicarne l'effettivo passaggio.

Ponendo una calamita o bussola nel campo magnetico di un'altra vicina, riscontreremo un'altra peculiare caratteristica del magnetismo: l'attrazione dei poli di segno contrario e la repulsione dei poli dello stesso nome.

A questa proprietà del magnetismo è per l'appunto dovuto il funzionamento della bussola; la terra infatti, contenendo molto materiale magnetico, può considerarsi come una immensa calamita, il cui polo sud è prossimo al polo nord geografico, perciò il polo nord della bussola, attratto dal polo di nome contrario della calamita terrestre, si dirige costantemente verso il nord.

Come l'acciaio, di cui si è già detto, anche il ferro, posto in un campo magnetico, si magnetizza, assumendo il polo nord nella direzione sud del campo in cui viene posto.

Questo fenomeno chiamasi *induzione magnetica*.

È da osservare però che, mentre l'acciaio resta magnetizzato per lungo tempo e si dice dotato di *magnetismo permanente*, il ferro, appena allontanato dal campo magnetico, si smagnetizza, ossia è dotato di *magnetismo temporaneo*.

ELETTRICITÀ

GENERALITÀ

Il Filosofo Talete di Mileto, vissuto parecchi anni a. C., mostrò come l'ambra, resina fossile, strofinata con la lana, acquistasse la proprietà di attirare corpuscoli leggeri. Tale potere, dal nome dell'ambra, che in greco si chiama *electron*, fu chiamato elettricità. Lo stesso risultato si ottiene anche strofinando con la lana una bacchetta di vetro, di ceralacca e di altre

sostanze, mentre non si verifica con un'asta di metallo. Però, se quest'ultima è munita di un manico di legno ben secco, oppure di vetro, l'esperienza riesce anche in questo caso. Questi fatti si spiegano ammettendo che lo stato elettrico, destato mediante lo strofinio in una zona della superficie esterna dell'ambra o del vetro, si mantiene circoscritto in tale zona; mentre, nel caso del metallo, lo stato elettrico si propaga a tutto il corpo e si disperde.

L'ambra, il vetro ed i corpi che si comportano in modo analogo, si dicono *isolanti*, mentre il ferro ed i metalli in genere, si dicono *conduttori*.

Con facili esperienze si può mettere in evidenza come lo stato elettrico del vetro sia diverso da quello dell'ambra; il vetro si dice carico di elettricità *positiva* (+), e l'ambra di elettricità *negativa* (-).

È facile dimostrare che due corpi, carichi di elettricità di segno contrario, si attirano, mentre due corpi, elettrizzati con elettricità dello stesso segno, si respingono.

Il fenomeno è analogo a quello già considerato per il magnetismo.

L'elettricità nei corpi conduttori, come ha dimostrato l'italiano Beccaria, risiede sulla superficie esterna del corpo, e si dice *densità elettrica* la quantità di elettricità che si trova sull'unità di superficie. Un conduttore può essere più o meno capace di contenere, distribuita sulla sua superficie, dell'elettricità. Quest'ultima proprietà, che varia secondo i corpi, prende il nome di *capacità elettrostatica*. Si dimostra che tale capacità cresce proporzionalmente alla superficie del conduttore stesso, e che essa inoltre aumenta, disponendo a breve distanza altri corpi conduttori.

Tale proprietà è stata utilizzata nella pratica, per accumulare o condensare l'elettricità, disponendo a brevissima distanza fra loro delle superfici metalliche cariche di elettricità di segno contrario e separate da una sostanza isolante.

I cosiddetti *condensatori*, quali la bottiglia di Leyda, sono basati su questo principio; condensatori di tipi e forme diverse sono pure montati negli apparecchi radioriceventi.

CORRENTE ELETTRICA

Anche l'elettricità, come il calore, tende a passare, per contatto, da un corpo più elettrizzato ad un altro meno elettrizzato, finchè si è stabilito fra i due corpi uno stato di equilibrio.

Questo passaggio di elettricità prende il nome di *corrente elettrica*. Riprendendo il paragone accennato, aggiungiamo che, come il calore passa da un corpo all'altro tanto più rapidamente quanto maggiore è la differenza di temperatura fra due corpi e minore è la resistenza che essi oppongono al passaggio del calore stesso, così la corrente elettrica è tanto più intensa quanto maggiore è la differenza di concentrazione elettrica nei corpi posti a contatto e quanto minore è la resistenza che essi presentano al passaggio dell'elettricità.

L'intensità della corrente elettrica, e cioè la quantità di elettricità che passa attraverso ad un conduttore in un dato tempo, viene misurata in *Ampère* (A), la concentrazione elettrica viene chiamata *tensione* o *potenziale* e viene misurata in *Volta* (V), infine la resistenza offerta dal conduttore al passaggio dell'elettricità viene misurata in *Ohm* (O).

Fra parentesiabbiamo indicato i segni convenzionali o simboli di queste tre fondamentali unità di misura, che hanno preso il nome di tre illustri scienziati.

Un chiaro concetto della corrente elettrica, può essere reso anche mediante il confronto con il passaggio dell'acqua da un recipiente ad un altro con esso comunicante, nel quale il livello dell'acqua sia più basso. Constateremo in tal caso che il passaggio dell'acqua durerà fintantochè l'acqua abbia raggiunto nei due vasi il medesimo livello, allo stesso modo della corrente elettrica che ha luogo fino a quando i due corpi hanno uguagliato il loro potenziale.

Inoltre, considerando nuovamente il circuito idrico, la quantità d'acqua, che passa nell'unità di tempo da un recipiente all'altro, sarà tanto maggiore quanto maggiore è la differenza di livello e minore è la resistenza incontrata dall'acqua nel tubo di comunicazione fra i due vasi.

Allo stesso modo, per l'elettricità si osserva che l'intensità elettrica (I) è tanto maggiore quanto più grande è la differen-

za di potenziale elettrico o voltaggio (V) fra i due corpi e minore la resistenza del conduttore (R), che li unisce.

La relazione fra questi tre elementi, scoperta dall'insigne fisico Ohm, è espressa dall'importante formula

$$V = R I \quad (1) \quad \text{oppure} \quad I = \frac{V}{R} \quad (2) \quad \text{od} \quad R = \frac{V}{I} \quad (3)$$

che ci permette, in un circuito elettrico, conoscendo due dei tre elementi menzionati, di ricavare agevolmente il terzo (vedere esempio nella nota).

CIRCUITO ELETTRICO

L'elettricità, al pari del calore ed al pari dell'acqua che scende da un livello elevato ad un altro più basso, è in grado di produrre un lavoro utile.

Perchè ciò sia suscettibile di una pratica utilizzazione è però necessario che il passaggio dell'elettricità nel conduttore, non sia istantaneo, ma avvenga in modo continuo; occorre cioè che l'elettricità passata, o scaricata, o consumata, sia sostituita da altra elettricità, per modo che la corrente elettrica permanga.

Riprendendo la similitudine dell'acqua, osserviamo che, come l'acqua passando da un livello maggiore ad uno minore, per compiere un lavoro utile, in una centrale elettrica, in un mulino, od in un'altra installazione idraulica, deve continuare a de-

NOTA. — Supponiamo infatti, sapendo che il potenziale della batteria di un autoveicolo è di sei Volta, e che la resistenza della campana elettrica di segnalazione è un quarto di Ohm, di voler conoscere l'entità della corrente assorbita dalla campana nel suo funzionamento. Applicando la formula 2 e ponendo al posto del potenziale V il numero 6 e della resi-

stenza R il numero 0,25, otteremo: $I = \frac{6}{0,25} = 24$.

Perciò l'intensità della corrente assoluta della campagna sarà di 24 Ampère.

Dedurremo quindi che, se la batteria è di 60 Ampère-ora (Ah) — e cioè può fornire 60 Ampère per la durata di un'ora o un Ampère per la durata di 60 ore — potremo azionare la campana per la durata di due ore e mezza.

fluire, così l'elettricità deve continuamente rinnovarsi e cioè essere generata in quantità corrispondente al consumo.

Ciò viene realizzato mediante i generatori di corrente di cui i più usati sono: le *pile*, le *dinamo* e gli *alternatori*.

I generatori, per mezzo di fili metallici o conduttori, vengono posti in comunicazione con gli apparecchi di consumo o di utilizzazione: lampade per illuminazione, motori, apparecchi termici ecc., per cui la corrente generata, partendo dal generatore a potenziale elevato, supera la resistenza dei conduttori, giunge all'apparecchio di consumo, e infine ritorna con potenziale basso all'apparecchio generatore, percorrendo un circuito, che viene chiamato *circuito elettrico*.

GENERATORI DI CORRENTE ELETTRICA

L'illustre fisico italiano Alessandro Volta, con la invenzione della famosa pila, creò il più semplice, ma il più completo generatore di corrente. Immersando in un bicchiere di acqua, acidulata con alcune gocce di acido solforico, una lastrina di rame ed una di zinco, otteniamo una pila simile a quella ideata da Volta (1).



FIG. 77

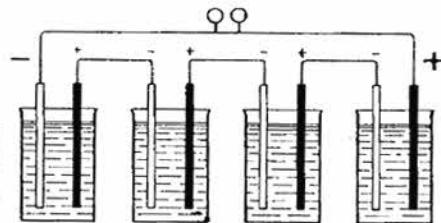


FIG. 78

Se colleghiamo con un filo di rame la lastra di zinco a quella di rame e inseriamo nella linea una piccola lampada elettrica, questa si accende (fig. 77) e rimane accesa per un certo tempo, dimostrando con ciò che la corrente elettrica permane e che perciò, in base ai concetti esposti, la pila costituisce un ge-

(1) La famosa Pila di Volta, detta a colonna, era invero costituita da una successione di dischi di rame e di zinco sovrapposti e separati da dischi di panno imbevuti di acqua acidulata con acido solforico.

neratore di corrente. Il rame forma il polo positivo della pila e lo zinco quello negativo. Il potenziale che si ottiene con una pila, come quella descritta, è di circa un Volta. Se varie pile così costruite vengono riunite collegando il polo positivo dell'una con il negativo dell'altra, otteniamo una batteria di pile, e agli estremi del complesso avremo una differenza di potenziale pari alla somma del potenziale di ciascuna pila. Nella batteria di quattro pile rappresentata nella fig. 78 esso sarà pertanto di circa quattro Volta.

Le pile si costruiscono di vari tipi; rammenteremo la pila *Daniell* simile a quella descritta, quella *Italiana* a due liquidi (acido solforico e solfato di rame), la pila *Grenet* con elettrodi di zinco e carbone di storta immersi in una soluzione di bichromato di potassa, ecc. Nelle notissime *pile a secco* il liquido è reso consistente per mezzo di sostanze inerti, quali la segatura ed altre analoghe.

EFFETTI DELLA CORRENTE ELETTRICA

Effetto termico.

Un conduttore, che offre resistenza al passaggio della corrente, si riscalda. Le così dette valvole fusibili, sono poste a protezione dei circuiti per impedire il passaggio di una corrente troppo intensa.

Esse sono costituite da tratti di filo di piombo di diametro opportuno che vengono inseriti nei circuiti elettrici; quando viene superata l'intensità di corrente stabilita, per effetto del notevole riscaldamento da essa prodotto, i fili di piombo fondono, interrompendo il circuito elettrico.

Effetto chimico.

Alcuni corpi (acidi, basi e sali), allo stato liquido o disciolti nell'acqua, sono conduttori di corrente elettrica, però al passaggio di questa, si decompongono. Il fenomeno è detto *elettrolisi*. Per mezzo dell'elettrolisi, entro speciali apparecchi detti *voltametri*, l'acqua, ad esempio, si decomponete nei suoi elementi idrogeno ed ossigeno. Su questo fatto si basano alcune applicazioni importantissime quali la *galvanoplastica*, la *galvanostagia* e gli *accumulatori elettrici*.

In questi ultimi, che non sono altro che voltametri a elettrodi di piombo immersi in una soluzione di acido solforico, il passaggio della corrente elettrica di carica determina un'alterazione instabile del piombo con accumulazione di elettricità (carica dell'accumulatore); la corrente viene ceduta poi dall'accumulatore, in quanto che gli elettrodi tendono a riprendere lo stato iniziale (scarica dell'accumulatore).

Effetto magnetico.

Un conduttore attraversato dalla corrente e teso parallelamente ad un ago magnetico, determina una deviazione di questo tanto maggiore quanto più intensa è la corrente. Tale fenomeno è detto di *induzione*. Su di esso si basa il funzionamento dei *galvanometri* e degli *amperometri*, che sono apparecchi per la misura della intensità della corrente.

In questi apparecchi la corrente elettrica, passando attraverso ad un conduttore avvolto a spirale, determina, per induzione magnetica, la deviazione di una lancetta che indica sul quadrante graduato la quantità di elettricità che passa nella spirale, perchè la deviazione della lancetta è tanto maggiore quanto maggiore è la intensità della corrente elettrica, ovverosia la quantità di elettricità che percorre nell'unità di tempo il conduttore.

Anche i *voltometri*, che servono per la misurazione del potenziale della corrente, basano il loro funzionamento su questo principio.

Un'altra particolare ed importante applicazione magnetica della corrente è dovuta alle *elettrocalamite*.

Se su di una sbarra di ferro dolce viene avvolto un conduttore percorso da corrente elettrica, si forma intorno ad esso un campo magnetico; si ottiene cioè un elettrocalamita, la quale ha tutte le caratteristiche della calamita, inquantochè i due estremi della sbarra diventano due poli magnetici di segno opposto. Nella figura 79 l'elettrocalamita, anzichè rettilinea, è formata a ferro di cavallo, con doppio avvolgimento elettrico.

La calamitazione della sbarra di ferro dura però quanto il passaggio della corrente, perchè il ferro dolce non può diventare un magnete permanente; se invece la sbarra fosse di ac-

ciaio, il potere magnetico durerebbe in essa anche dopo l'interruzione del passaggio della corrente attraverso alla spirale. Le elettrocalamite si prestano a molteplici ed importanti applicazioni. Citeremo fra le più note: il campanello elettrico, il telegrafo ed il telefono.

CAMPANELLO ELETTRICO. — Nello schema della fig. 79 è indicato l'insieme di un circuito per l'alimentazione di un campanello elettrico.

P è la pila generatrice dell'elettricità che alimenta il circuito; F è il filo conduttore; E è un'elettrocalamita a ferro di cavallo; S è una sbarretta di ferro che viene attratta dai due poli della elettrocalamita, quando la corrente passa lungo il filo conduttore e lungo le due spire o rochetti che avvolgono il ferro dolce dell'elettrocalamita; M è una molla d'acciaio che tende a staccare la sbarretta dai poli dell'elettrocalamita portandola a contatto del punto C e ristabilendo la continuità del circuito elettrico; Ca è la campana per la produzione del suono; T è il tasto o pulsante, che permette di inviare a volontà la corrente della pila nel circuito, facendo con ciò azionare il campanello.

Brevemente esponiamo il funzionamento pratico dell'insieme: premendo il tasto T, la corrente elettrica, partendo dal polo positivo (+) della pila, arriva lungo il filo all'elettrocalamita E e quindi alla molla M e, passando attraverso alla molletta, perviene al contatto C e poi, percorrendo il conduttore, ritorna al polo negativo (-) della pila.

Ne consegue che, per effetto del passaggio della corrente, il ferro dolce dell'elettrocalamita si magnetizza ed attira la sbarretta S, facendo battere la pallina metallica sulla campana.

In tal modo vien però a mancare il contatto elettrico nel punto C e perciò si interrompe il passaggio della corrente, per cui, venendo a cessare la calamitazione del ferro, la molla M stacca la sbarretta dai poli della calamita e ristabilisce così nuo-

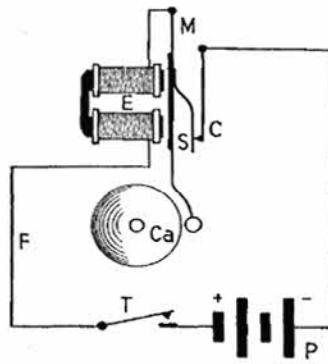


FIG. 79

vamente il contatto nel punto C, provocando con ciò l'attrazione della sbarretta S ed un nuovo colpo della pallina sulla campana.

Siccome l'interruzione ed il ripristino del passaggio di corrente si ripetono a brevissimo intervallo di tempo, si può concludere che, mentre il pulsante viene premuto, continua il battito intermittente della pallina sulla campana e cioè il funzionamento della suoneria.

TELEGRAFO. — Nella fig. 80 è indicato lo schema di un circuito telegrafico. In esso le lettere rappresentano i dispositivi seguenti: P la pila; T il tasto per la chiusura del circuito e

l'invio della corrente su di essa; LE la linea telegrafica esterna, che generalmente è disposta su pali di legno o di cemento; E l'elettrocalamita disposta nella stazione ricevente; L la leva girevole intorno al punto C, che rimane attratta dall'elettrocalamita fintanto che rimane abbassato il tasto T; S la striscia di carta su cui scrive la punta collegata alla leva L; R₁ ed R₂ i due rulli per lo svolgimento e

l'avvolgimento della striscia di carta; C₁ e C₂ i due contatti a terra della linea per la chiusura del circuito.

Questo infatti è un circuito che si chiude attraverso alla terra, che funge da filo conduttore di ritorno dell'energia elettrica al polo negativo (—) della pila.

Il funzionamento del sistema è semplice: infatti, abbassando il tasto, la corrente percorre la linea esterna e attraversando le spire dell'elettrocalamita per scaricarsi a terra, attira la leva L e, con la punta ad essa collegata, segna sulla striscia di carta, che si sposta sotto la punta, un segno più o meno lungo a seconda della durata del contatto in T, presso la stazione trasmittente. Per mezzo dell'alfabeto Morse a punti e linee, è pertanto possibile con questo apparecchio la trasmissione di un dispaccio.

INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

Abbiamo veduto come per mezzo della corrente elettrica si possa generare un effetto magnetico; è però possibile ottenere anche l'effetto inverso, vale a dire la produzione di una corrente elettrica per mezzo del magnetismo.

Se ad esempio nel rocchetto cavo R, rappresentato in figura, viene introdotto un magnete, l'ago del galvanometro G segna una deviazione per tutto il tempo che dura il movimento di introduzione del magnete; estraendo il magnete si manifesta una deviazione dell'ago in senso inverso.

Questo dimostra che, durante il movimento della calamita, nel circuito rocchetto-galvanometro si genera una corrente elettrica. Allo stesso risultato si giungerebbe se invece di un magnete naturale si introducesse nel rocchetto una elettrocalamita.

Si dice *corrente indotta* quella che si genera in un circuito chiuso, quando esso si trova in un campo magnetico variabile e cioè in vicinanza di una calamita o di una elettrocalamita che, spostandosi, variano l'intensità del campo magnetico.

Si dice *circuito primario* quello della elettrocalamita, *secondario* quello ove si genera la corrente indotta.

La corrente indotta, per quanto abbiamo detto, non circola in uno stesso senso, ma invece ora in un senso ed ora in quello opposto, a seconda che la calamita si avvicina o si allontana, e cioè a seconda che l'intensità magnetica del campo aumenta o diminuisce.

Le correnti di questo tipo si dicono *alternate*.

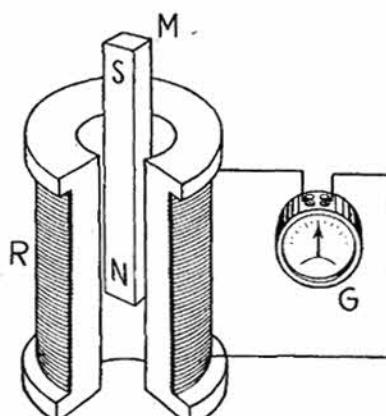


FIG. 81

Fra i poli di una potente elettrocalamita il campo magnetico è assai intenso e le linee indicanti la direzione del flusso magnetico sono dirette dall'uno all'altro polo, come è indicato in figura, con andamento quasi rettilineo. Perciò l'ago magnetico di una bussola, posto nel campo fra i due poli, si disporrebbe con le punte rivolte verso di essi.

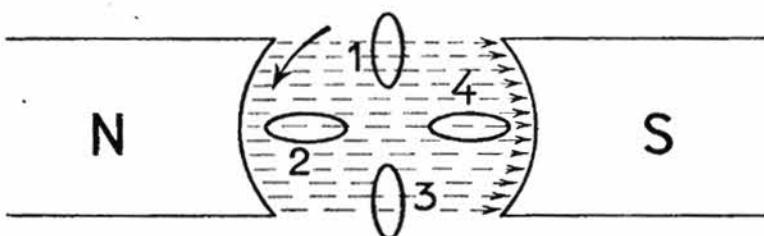


FIG. 82

Se in questo campo magnetico intenso vien fatta ruotare una spira, come è indicato nella fig. 82, la spira viene attraversata da un flusso magnetico, variabile in dipendenza della posizione in cui la spira si trova. Infatti nella posizione 1 la spira viene attraversata da un flusso magnetico notevole, le linee punteggiate ne rendono schematicamente l'idea; nella posizione 2 la spira, trovandosi disposta nella direzione del flusso, non viene da esso attraversata; nella posizione 3 la spira è di nuovo attraversata da una quantità di flusso pari a quella della posizione 1, ma diretta in senso contrario rispetto alla spira, perchè entra dalla faccia opposta, rispetto a quella da cui entrava nella posizione 1; nella posizione 4 il flusso di nuovo si annulla; nelle posizioni intermedie registreremo valori del flusso, passante per la spira, intermedi a quelli considerati.

Per le considerazioni svolte nei riguardi dell'induzione elettromagnetica, potremo pertanto asserire che, facendo ruotare la spira nel campo magnetico compreso fra i due poli, si produce nell'interno di essa una corrente indotta, che durante mezzo giro circola in un senso e durante l'altro mezzo giro circola nel senso opposto.

Se questa corrente, mediante speciali dispositivi, detti *collectori*, viene raccolta man mano che si produce, ed inviata su un circuito esterno, noi otterremo su di esso una corrente elettrica permanente, purchè il moto rotatorio delle spire sia costantemente assicurato.

La corrente può essere raccolta in modo da avviarla sul circuito esterno sempre in uno stesso senso, come praticamente avviene nelle *dinamo*.

Tale tipo di corrente si chiama *continua*.

Generalmente però la corrente viene avviata alla linea alternativamente in un senso e nell'altro, con oscillazioni rapidissime di senso, chiamate *periodi* (circa cinquanta al minuto secondo).

Gli apparecchi generatori di tale corrente prendono il nome di *alternatori* e la corrente prodotta dicesi *alternata*.

Dinamo ed alternatori presentano naturalmente una costruzione assai più complessa rispetto allo schema dimostrativo della figura.

In essi le spire della parte ruotante (*indotto*) sono numerosissime e la parte fissa esterna magnetizzante (*induttore*) generalmente consiste in una potente elettrocalamita multipolare e cioè con molte coppie di poli.

Questi accorgimenti costruttivi, oltre a consentire una più intensa e regolare produzione di energia elettrica, permettono anche, negli alternatori, di produrre e di avviare ai circuiti di utilizzazione, anzichè una sola corrente a senso alternato, due e generalmente tre correnti distinte (distribuzione bifase e trifase), sfasate fra loro di $\frac{1}{2}$ o di $\frac{1}{3}$ di periodo, e cioè susseguentisi, nel cambiamento di senso, a brevissimo intervallo l'una dall'altra.

La rotazione dell'*indotto*, sia negli alternatori che nelle dinamo, è normalmente ottenuta per mezzo dell'acqua che, scendendo dall'alto, attraverso alle apposite canalizzazioni degli impianti idroelettrici, cede la sua energia alle ruote idrauliche (turbine e ruote Pelton) che azionano gli alternatori e le dinamo, facendone ruotare gli *indotti* e vincendo la resistenza magnetica che l'*indotto* incontra nel suo movimento di rotazione.

MOTORI ELETTRICI

I motori elettrici sono apparecchi di utilizzazione dell'energia elettrica. Essi, anziché assorbire energia meccanica e generare energia elettrica come i generatori accennati, assorbono energia elettrica e producono l'energia meccanica necessaria al funzionamento delle varie macchine ad essi collegate.

Senza soffermarci per ora sui vari tipi di motori elettrici in uso, osserviamo che, tanto nella loro costruzione come nel loro funzionamento, essi si basano su un concetto opposto rispetto a quello considerato per i generatori di corrente.

Nei motori infatti è il flusso magnetico, generato dalla corrente elettrica alimentatrice, che attrae le elettrocalamite dell'indotto, costringendo questo a ruotare intorno al suo asse.

TRASFORMATORI ELETTRICI

I trasformatori elettrici servono, come dice il nome, a trasformare l'energia elettrica e cioè a diminuire la tensione aumentandone l'intensità, oppure ad aumentarne la tensione diminuendo l'intensità.

Essi si basano, come la maggiore parte delle macchine elettriche, sull'induzione magnetica.

Se intorno ad un nucleo di ferro dolce, opportunamente sezionato, vengono avvolti due circuiti elettrici, l'uno con poche spirali di un conduttore di grosso diametro e l'altro con moltissime spirali di filo sottile, avviene che, facendo arrivare agli estremi dell'avvolgimento del circuito induttore a filo sottile, detto *primario*, una corrente ad alto potenziale ed a piccola intensità, si otterrà, agli estremi della spira a filo grosso, detto *secondario*, una corrente di debole potenziale e di elevata intensità, in proporzione al rapporto fra il numero delle spire dei due circuiti.

Se ad esempio il numero delle spire del primario è decuplo di quello del secondario si otterrà che, immettendo ad esempio nel primario una corrente di 100.000 Volta e di 1000 Ampère, la corrente del secondario avrà invece teoricamente un potenziale di 10.000 Volta ed una intensità di 10.000 Ampère.

Questi apparecchi portano nella pratica d'uso dell'energia elettrica un prezioso contributo, perchè permettono di utilizzare, anche nelle abitazioni, l'energia elettrica che, per ragioni di economia, viene trasportata dagli impianti di produzione al luogo di consumo con tensioni elevatissime, talvolta superiori a 150.000 Volta.

L'energia pervenuta ai centri di distribuzione viene poi più volte trasformata, abbassandone gradatamente il potenziale sino alla tensione normale di utilizzazione, che è di circa 200 Volta per illuminazione e di circa 300 per le utilizzazioni di forza motrice.

La corrente continua, non presentando inversioni di senso e variazioni di intensità, genera un campo magnetico non variabile e perciò, non inducendo una corrente nel secondario del trasformatore, non può venire trasformata.

Interessa talvolta ottenere l'effetto opposto a quello accennato e cioè un aumento del potenziale della corrente e perciò una corrispondente diminuzione dell'intensità.

Basta allora alimentare il rocchetto attraverso alle spire del circuito più corto, con una corrente di forte intensità e di debole tensione, per ottenere, agli estremi del secondario, una corrente di tensione elevata, e talvolta elevatissima, e di debole intensità.

Il classico rocchetto di Ruhmkorff è basato appunto su questo principio.

SCINTILLE ELETTRICHE E SCARICHE ELETTRICHE

Se si avvicinano i due estremi del secondario del rocchetto di Ruhmkorff, il passaggio della corrente da uno all'altro si manifesta con un effetto luminoso e con un rumore particolare. Tale fenomeno prende il nome di *scarica elettrica* o *scintilla*, ed è dovuto al potenziale elevato dell'elettricità ai due estremi del filo. È da osservarsi che la scarica o scintilla elettrica avviene molto più facilmente quando gli estremi dei conduttori sono muniti di tante punte, e questo perchè la densità elettrica è maggiore in corrispondenza alle punte stesse.

Il fulmine non è altro che una enorme scintilla che si produce fra due nuvole cariche di elettricità di segno diverso, op-

pure tra le nuvole e la terra. Ricorderemo a questo proposito il parafulmine che venne inventato dal fisico Beniamino Franklin. Esso consiste in una o più aste metalliche munite di punte e collegate a terra a mezzo di grossi conduttori che permettono alle scariche elettriche atmosferiche di passare direttamente a terra senza danneggiar gli edifici. Per quanto abbiamo detto è facile intuire che l'asta metallica munita di punte costituisce una specie di attrazione per le scariche elettriche atmosferiche, in quanto che sulle punte viene ad accumularsi dell'elettricità di segno contrario a quella contrapposta accumulatasi nelle nubi, e perciò la scarica resta notevolmente facilitata.

Se la scintilla elettrica viene provocata in tubi in cui l'aria sia rarefatta, si hanno interessanti fenomeni che trovano applicazione nelle insegne luminose.

È da tener presente al riguardo che la tensione per il funzionamento di questi apparecchi è assai elevata; e perciò, nelle operazioni eventuali di spegnimento, occorre agire con circospezione.

Se in questi tubi, che contengono gas rarefatti, il vuoto è assai elevato, si ottengono altri particolari fenomeni e la produzione di radiazioni speciali che hanno la proprietà di attraversare i corpi opachi. Queste radiazioni costituiscono i così detti *raggi X* o *raggi Röntgen* che consentono utilissime applicazioni nel campo della medicina, sia per la cura di organi malati, come, e specialmente, per la ricerca di corpi estranei nell'organismo e per l'esame delle fratture.

Avendo presente che i raggi attraversano la muscolatura ed i tessuti carnosì, mentre le ossa ed i corpi metallici estranei non vengono da essi attraversati, si deduce che è possibile la visibilità di questi ultimi, mediante tali raggi e con l'uso di apparecchi speciali.

ONDE HERZIANE - TELEGRAFIA E TELEFONIA SENZA FILI

Prima di chiudere questa breve trattazione, meritano un cenno per l'importanza che nella tecnica moderna hanno assunto, le onde herziane che si propagano nell'aria per effetto delle scariche prodotte dalle scintille elettriche.

Il fenomeno è simile a quello prodotto da un sasso gettato

nell'acqua od alle vibrazioni acustiche prodotte nell'aria da una sorgente sonora. A differenza delle onde accennate, le onde elettriche si propagano però a distanze grandissime.

Queste onde vennero scoperte e studiate principalmente da Hertz, da Maxwell, da Tesla e da altri fisici illustri, ma va specialmente al grande italiano Guglielmo Marconi il merito di averne scoperto un'applicazione preziosa mediante la telegrafia senza fili o marconigrafia.

Mediante la telegrafia senza fili, Marconi riuscì a trasmettere notizie a grandi distanze, senza l'uso di conduttori o di cavi, ma unicamente giovanosì delle onde elettriche di una determinata lunghezza, trasmesse e ricevute con apparecchi appositamente studiati.

Anche la radiotelefonia, oggi assai diffusa, è basata sul medesimo principio. Apposite e potentissime stazioni di emissione o trasmittenti, lanciano nello spazio, musica e notizie, mediante oscillazioni elettromagnetiche di una lunghezza di onda esattamente determinata, per cui gli apparecchi radio-riceventi, dalla semplice galena ai complicati complessi di valvole termoioniche, purchè regolati sulla medesima lunghezza d'onda, possono ricevere e tradurre in suono le onde trasmesse.

X.

NOZIONI ELEMENTARI DI CHIMICA

INTRODUZIONE

Compito principale del Vigile del Fuoco, è quello di spegnere l'incendio. Ma nessun vigile si è mai domandato che cosa sia il fuoco, e da quali cause esso precisamente dipenda.

Il chimico risponderebbe che nell'incendio sono in gioco tre fattori: *combustibile*, *comburente* e *calore*, che danno luogo ad una *reazione chimica*, e che basta eliminare uno dei tre, per arrestare la reazione stessa. È appunto per questo che si adopera l'acqua che raffredda la massa incendiata sottraendole calore, come pure la schiuma e la sabbia che ricoprendola sottraggono l'ossigeno dell'aria; infine è ovvio che per mancanza del combustibile il fuoco si spegne.

Un'altra reazione chimica ha luogo quando si fa funzionare un estintore, come pure è dovuta ad una reazione chimica la forza che fa muovere i motori a scoppio.

Oltre alla spiegazione di questi fatti di capitale importanza, interessa pure al vigile del fuoco conoscere, come, quando e per quali cause si sviluppano i diversi gas asfissianti o velenosi, nonché le loro caratteristiche ed i mezzi atti a proteggerlo da essi.

Scopo pertanto di questa elementare esposizione, è di far conoscere le nozioni più importanti che permettono la spiegazione logica dei fatti che interessano direttamente il Vigile del Fuoco.

GENERALITÀ

La chimica tratta dell'intima composizione dei corpi e studia i fenomeni chimici di trasformazione dei corpi stessi.

Se un filo di platino viene riscaldato, quando abbia rag-

giunto una certa temperatura, emette luce e calore. Ma sottratto all'azione della fiamma, dopo un certo tempo, ritorna nelle condizioni primitive.

Questo è un *fenomeno fisico*. Se noi invece sottoponiamo all'azione della fiamma una striscia di magnesio, si ha sviluppo di luce e di calore e della sostanza primitiva non rimane che poca cenere bianca, mentre si sono sviluppati dei gas; si è avuta cioè una *completa trasformazione*. Questo è un *fenomeno chimico*, che si ha appunto, quando le sostanze prodotti, sono diverse dalle sostanze primitive.

Per poter studiare tali fenomeni, occorre conoscere le varie sostanze. Noi ci accontenteremo di studiarne alcune.

Esse si distinguono in *sostanze semplici od elementi* e *sostanze composte*; le prime non si possono scindere ulteriormente e si ritiene che siano costituite da un'unica specie di materia.

Esse sono 92 in tutto.

Le seconde derivano dall'unione intima di due o più specie di materia e cioè di due o più elementi ed hanno proprietà diverse da quelle dei costituenti.

Qui occorre fare una parentesi, e cioè distinguere quello che può essere un *miscuglio* dal vero e proprio *composto chimico*. Se prendiamo un po' di sabbia, sia pure finissima, in essa, a mezzo di una lente d'ingrandimento, oppure di un microscopio, possiamo arrivare a distinguere varie particelle diverse una dall'altra: silice, carbonato di calcio, e altri detriti di minerali diversi. *Questo è un miscuglio*.

Se prendiamo invece un pizzico di sale da cucina, che impareremo a conoscere col nome di cloruro di sodio, anche con i più potenti mezzi di indagine, riscontreremo in esso delle particelle di grandezza varia, ma tutte della identica composizione.

Questo è un composto chimico.

REAZIONI CHIMICHE

Si è già accennato alle così dette reazioni chimiche. Esse avvengono in modo vario e complesso, ma tutte si riducono a due tipi fondamentali: *combinazione* o *sintesi*, *decomposizione* o *analisi*, oltre alle reazioni dette di *sostituzione* semplice o doppia.

Le reazioni chimiche possono avvenire in svariati modi: fra gas (benzina ed aria), fra liquidi (acido cloridrico e solu-

zione di nitrato d'argento), fra solidi (ferro e zolfo) fra solidi e liquidi (rame e acido nitrico) ecc.: e danno luogo a formazione di sostanze che hanno, come abbiamo detto, caratteri tutti differenti dalle sostanze primitive. Così abbiamo veduto che due liquidi danno luogo ad una sostanza solida (acido cloridrico e nitrato d'argento); che un solido e un liquido danno luogo a un liquido e ad un gas (acido nitrico e rame); molte volte le reazioni sono accompagnate da sviluppo di calore (bicarbonato di sodio e acido solforico) da variazione di volume (serpente di Faraone) e da altri fenomeni fisici.

Si definisce *reazione chimica* quel fenomeno mediante il quale due o più sostanze, poste a contatto, subiscono una trasformazione tale, per cui le sostanze che ne derivano, hanno proprietà diverse da quelle poste a reagire.

Noi ci contenteremo di esaminare quelle reazioni che ci interessano direttamente e le studieremo parlando dei vari elementi.

STRUTTURA DELLA MATERIA - MOLECOLE ED ATOMI

Le diverse sostanze non hanno costituzione uniforme e continua; constano invece di particelle piccolissime — invisibili anche ai più potenti microscopi, e la cui esistenza è rivelata solo da speciali strumenti — dette *molecole*, che possono considerarsi *le più piccole particelle nelle quali è suddivisa ogni sostanza di cui conservano le proprietà specifiche*.

Le molecole non sono però l'estremo limite di divisibilità delle sostanze, anch'esse infatti constano di particelle ancora più piccole dette *atomi*, che entrano sempre integralmente nella costituzione molecolare. L'atomo si può definire quindi *come la più piccola quantità di ogni elemento che entra nella costituzione delle proprie molecole e di quelle dei suoi composti*.

Così una molecola di acqua è costituita da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno.

Come è ovvio queste particelle hanno, sia pure piccolissimo, un certo peso (l'atomo dell'idrogeno pesa intorno a qualche diecina di trilionesimi di grammo). I chimici però ricorrono per semplicità al peso relativo, e cioè assumono come peso atomico un numero che *indica quante volte l'atomo di un elemento pesa più dell'atomo dell'idrogeno che, essendo il più leggero dei corpi semplici, fu assunto come unità di misura*.

Così, quando si dice che il carbonio ha peso atomico 12, si intende che il suo atomo pesa 12 volte quello dell'idrogeno.

Nella tabella riportata al termine del capitolo sono indicati tutti i corpi semplici ed il peso atomico relativo.

NOTAZIONI CHIMICHE - SIMBOLI E FORMULE

Gli elementi sono rappresentati convenzionalmente con simboli che sono costituiti dalla lettera iniziale maiuscola del loro nome latino o latinizzato. Esempio: O = ossigeno; S = zolfo (sulfur); H = idrogeno (hidrogenium); P = fosforo (phosphorus). Quando diversi elementi hanno in comune la stessa lettera iniziale, allora il più importante o il più anticamente noto, si indica con la semplice iniziale maiuscola, gli altri con questa seguita da un'altra minuscola del nome stesso. Esempio: C = carbonio; Ca = calcio; Cu = rame (cuprum); N = azoto (nitrogenium); Na = sodio (natrium) ecc.

Anche i composti si rappresentano convenzionalmente con le cosiddette *formule* che risultano dai simboli degli elementi co-stituenti il composto scritti uno dopo l'altro.

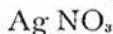
Ma le formule indicano oltre alla composizione qualitativa del composto anche la composizione quantitativa; così la for-mula dell'acqua che è



indica che il composto acqua è costituito da due atomi di idro-
geno e uno di ossigeno; così il cloruro di sodio (sale da cucina)
che ha la formula



è costituito da un atomo di sodio e da uno di cloro. Il composto
che abbiamo veduto: nitrato di argento.



è costituito da un atomo di argento, uno di azoto e tre di ossi-
geno, e così via.

LEGGI DELLA CHIMICA

Le reazioni chimiche obbediscono a determinate leggi.

La prima di esse, enunciata da Lavoisier, chimico francese,
e che porta il suo nome, fu volgarizzata con la frase « in natura
nulla si crea e nulla si distrugge », ma si deve enunciare così:

In ogni reazione chimica il peso delle sostanze reagenti è uguale a quello delle sostanze prodotte.

Per esempio nella reazione che abbiamo citato del nitrato di argento e dell'acido cloridrico, se pesiamo le sostanze prima e dopo la reazione, otteniamo sempre lo stesso peso.

L'altra legge è quella delle proporzioni fisse o di Proust.

In ogni combinazione chimica le sostanze si uniscono in un rapporto in peso definito e costante.

Per esempio nel composto che noi ben conosciamo: anidride carbonica, la cui formula è



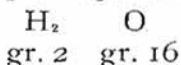
(cioè composto da un atomo di carbonio e due di ossigeno), avremo sempre la proporzione in peso costante fra carbonio e ossigeno (a 12 parti in peso di carbonio corrispondono 32 di ossigeno).

Non sempre però gli elementi si combinano secondo un unico rapporto in peso, me talvolta secondo due o più. Ad esempio, bruciando carbonio, oltre al composto anidride carbonica sopra citato, può avversi anche l'altro.



cioè l'ossido di carbonio (di ben cattiva fama), nel quale abbiamo un atomo di carbonio e uno di ossigeno, con rapporto in peso dato da 12 di carbonio contro 16 di ossigeno.

Queste leggi ci dicono, in altre parole, che i composti chimici avvengono sempre secondo una ben determinata proporzione. Così ad esempio se abbiamo 3 grammi di idrogeno e 16 di ossigeno si forma sempre acqua con la composizione



per cui il terzo grammo di idrogeno non entra nella combinazione e perciò non si trasforma in acqua.

Quanto abbiamo veduto permette di risolvere un importante problema, e cioè: dati determinati quantitativi di sostanze, posti a reagire, stabilire il quantitativo delle sostanze composte che ne risultano.

Noi in pratica per esempio, carichiamo gli estintori con determinati quantitativi di bicarbonato di sodio e di acido solforico; tali quantitativi sono stabiliti appunto in base alle proporzioni richieste dalla reazione fra le due sostanze.

METALLI E METALLOIDI - OSSIDI E ANIDRIDI - ACIDI, BASI E SALLI

In pratica si usa suddividere gli elementi in due grandi classi, *metalli* e *metalloidi*; questa divisione non è però netta; si passa infatti gradatamente dall'una classe all'altra. Sono metalli il Ferro, il Rame, l'Alluminio, il Sodio, il Potassio ecc., sono metalloidi lo Zolfo, l'Azoto, l'Ossigeno, il Cloro, il Fosforo ecc.

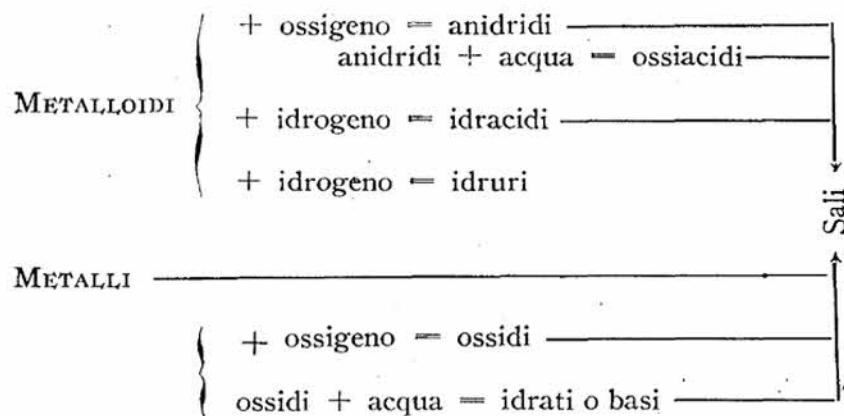
I metalli combinati con l'ossigeno danno luogo agli *ossidi* (per esempio: Na_2O è l'ossido di sodio; CaO è l'ossido di calcio), mentre i metalloidi combinati con l'ossigeno danno luogo alle *anidridi* (per esempio: SO_2 è l'anidride solforosa, SO_3 è la anidride solfòrica ecc.).

Con l'acqua questi due composti danno luogo rispettivamente alle *basi* o *idrati* (esempio NaOH = idrato sodico o soda caustica) ed agli *acidi* o meglio *ossiacidi* (esempio H_2SO_4 = acido solforico, HNO_3 = acido nitrico).

Gli *acidi* si possono pure ottenere dai metalloidi combinati con l'idrogeno; in questo caso prendono il nome di *idracidi* (esempio HCl = acido cloridrico).

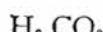
I sali sono composti che derivano dagli acidi per azione di essi sui metalli, sugli ossidi e sugli idrati.

Infine abbiamo alcuni composti binari dell'idrogeno con un metalloide o con un metallo che hanno caratteri ben diversi dagli acidi e delle basi. Tali composti speciali si dicono *idruri* (es. NH_3 = ammoniaca). Riepilogando abbiamo:

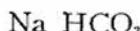


Come si può intuire facilmente, da quanto sopra si è detto, gli acidi contengono nella loro molecola uno o più atomi di idrogeno (esempio HCl = acido cloridrico, H_2SO_4 = acido solforico ecc.) i quali hanno la proprietà di poter essere sostituiti da un metallo, e nel caso di più atomi di idrogeno questi possono essere sostituiti tutti o in parte: in quest'ultimo caso si hanno i così detti *sali acidi*.

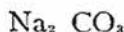
Un esempio lo abbiamo nel ben noto bicarbonato di sodio che si usa per la carica degli estintori. Questo sale infatti deriva dall'acido carbonico, che ha la costituzione chimica rappresentata dalla formula



(anidride carbonica $\text{CO}_2 + \text{acqua} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$), sostituendo in essa un atomo di idrogeno con uno di sodio; la sua formula sarà perciò:



Il sale *neutro*, vale a dire, con l'idrogeno completamente sostituito dal metallo, si chiama carbonato di sodio, ed è rappresentato dalla formula:



Nelle *basi* o *idrati* abbiamo pure dell'idrogeno, ma che non possiede la proprietà caratteristica di quello degli acidi di poter essere sostituito, anzi esso — in questo caso — è intimamente legato con un atomo di ossigeno a formare un gruppo atomico OH che i chimici chiamano *ossidrile*.

STATO FISICO DEI CORPI

Prima di terminare la parte generale è opportuno accennare allo stato fisico dei corpi, che si può ritenere come una conseguenza della struttura molecolare di essi.

Tutte le sostanze possono presentarsi nei tre diversi stati di aggregazione: *solido*, *liquido* e *gassoso*.

Nello stato solido l'azione attrattiva delle molecole (coesione) è molto forte ed i corpi hanno forma e volume proprio. L'azione attrattiva è meno intensa nei liquidi, dove le particelle sono per così dire scorrevoli le une sulle altre, e quindi, pur avendo volume proprio, assumono la forma del recipiente che li contiene. L'azione attrattiva è infine praticamente nulla

nei gas, i quali non hanno né forma né volume proprio e tendono quindi ad occupare tutto lo spazio disponibile.

Come è lecito pensare si può passare da uno stato all'altro, e ciò si ottiene facendo variare la temperatura e la pressione.

Il noto gas anidride carbonica (CO_2) compresso a 33 atmosfere e alla temperatura di 0° , diviene un liquido; abbassando ulteriormente la temperatura si solidifica.

Ancor più facile da osservarsi è il cambiamento di stato dell'acqua. Essa a temperatura e pressione ordinaria è liquida, a 0° è solida e a 100° bolle trasformandosi in vapore.

Si chiama *temperatura critica* o *punto critico* la temperatura al disotto della quale, con una conveniente pressione, è possibile liquefare un gas.

METALLOIDI ED ALCUNI COMPOSTI DI ESSI

ARIA ATMOSFERICA

L'aria atmosferica che circonda il globo terracqueo, con progressiva sensibile rarefazione — fino ad un'altezza che, secondo alcuni, non supera una trentina di chilometri e, secondo altri, oltrepassa i trecento — è un miscuglio di vari gas secondo le proporzioni seguenti:

Ossigeno	21 % in volume	23 % in peso
Azoto	78 % in volume	76 % in peso
Argo, Elio, Neon, anidride carbonica, vapor d'acqua ecc.	1 % in volume	1 % in peso

Un litro di aria, scevra da pulviscolo, alle condizioni normali, e cioè alla temperatura di 0° e alla pressione ordinaria (760 m/m), pesa gr. 1.293. La pressione che l'aria esercita al livello del mare è di gr. 1033 per cm^2 (pressione atmosferica = 1 atmosfera). È incolore, ma in notevoli spessori, presenta una colorazione azzurra (cielo sereno). Evidentemente il peso dell'aria, e quindi la pressione atmosferica, varia col variare della proporzione dei componenti (specialmente influisce il vapore acqueo), nonché col variare della temperatura, che dilatando la massa gassosa, la fa divenire più leggera.

Come tutti i gas anche l'aria può liquefarsi, e si presenta come un liquido azzurrino, di densità quasi uguale a quella dell'acqua. In queste condizioni contiene una maggiore quantità di ossigeno 50 %, essendo questo gas più facilmente compribile dell'azoto.

La temperatura critica dell'aria è di 140° sotto zero. L'aria liquida non si può conservare come gli altri gas in cilindri di acciaio, perchè raggiunta la temperatura suddetta passa istantaneamente allo stato gassoso, dando luogo per la enorme dilatazione a grandi pressioni che possono far scoppiare il recipiente. Essa viene perciò conservata nei così detti vasi Dewar (fig. 83) — isolati termicamente e aperti — ove non si ha aumento di temperatura.

Dall'aria liquida, per distillazione frazionata, si possono separare l'ossigeno e l'azoto.

L'OSSIGENO E LE COMBUSTIONI

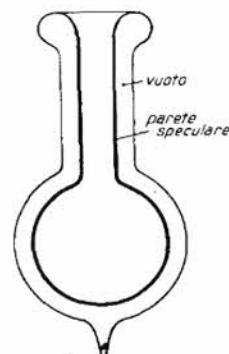


FIG. 83

L'ossigeno è fra le sostanze semplici la più abbondante e diffusa in natura; oltre che nell'aria si trova combinato con l'idrogeno nell'acqua, ed entra come componente in moltissime sostanze, in special modo in quelle organiche. È incoloro, inodoro, poco più pesante dell'aria; ha la proprietà di combinarsi con quasi tutti gli elementi; tale combinazione prende il nome di *ossidazione* (il processo inverso si dice *riduzione*). Se l'*ossidazione* ha luogo con sviluppo sensibile di calore tale da rendere incandescenti le sostanze reagenti, si chiama più propriamente *combustione*.

Abbiamo già detto a tale proposito che la sostanza che brucia, sia essa solida, liquida o gassosa, prende il nome di *combustibile*; l'altra che ne promuove e ne alimenta la combustione prende il nome di *comburente*.

Nelle ordinarie combustioni, che avvengono in presenza dell'aria, il comburente è l'ossigeno in questa contenuto, e il combustibile è di solito una sostanza di natura organica (legna, carbone, olio, benzina ecc.) e come tale costituita da carbonio, idrogeno ed altri elementi; di modo che, fra i prodotti della

combustione, si trovano sempre principalmente anidride carbonica ed acqua sotto forma di vapore. Vedremo, parlando del carbonio, che questo, a seconda della quantità di ossigeno presente, può dar luogo a due composti $\text{CO} =$ ossido di carbonio e $\text{CO}_2 =$ anidride carbonica.

Sovente la combustione si manifesta con fiamma più o meno calorifica e luminosa che si ha ogni qualvolta il combustibile che brucia è gassoso, oppure quando, pur essendo liquido o solido, sviluppa dei prodotti gassosi, che, per il calore che si sprigiona nella energica combinazione col comburente, divengono incandescenti. Le particelle solide che si staccano dal combustibile danno la luminosità alla fiamma.

Le combustioni possono avvenire anche molto lentamente ed in tal caso il calore viene disperso e non si ha notevole aumento di temperatura, (es. ossidazione del ferro). Sotto questo riguardo va rilevato che, anche nell'interno degli animali viventi, ha luogo un lento processo di combustione.

È naturale che, in presenza di ossigeno puro, la combustione si manifesti più viva che non nell'aria, dove l'ossigeno rappresenta solo una percentuale, e l'azoto, che non entra nella reazione, assorbe anche parte del calore prodotto; così un fuscellino di legno, con un punto di ignizione, che nell'aria probabilmente si spengerebbe, brucia vivamente in ambiente di ossigeno; una spiralina di ferro arroventata brucia in ambiente di ossigeno con proiezione di scintille.

L'ossigeno oltre ad essere un costituente dell'aria e quindi un elemento indispensabile per la vita vegetale ed animale, è un elemento di uso molto comune.

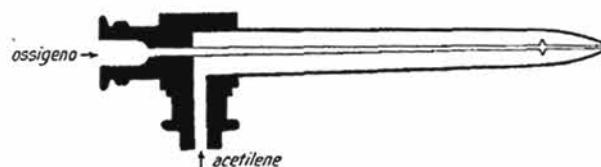


FIG. 84

Tutti conoscono la così detta fiamma ossiacetilenica, prodotta dalla combustione dell'acetilene con l'ossigeno. Essa permette la così detta saldatura autogena dei metalli e il taglio

di essi. Viene a tale scopo usato un dispositivo che dà modo di far arrivare all'estremità di un cannello la miscela di acetilene e ossigeno opportunamente dosata che, accesa, dà luogo ad una fiamma detta dardo, che può giungere ad altissime temperature (2500°). La fiamma ossidrica si ottiene con idrogeno ed ossigeno. La prima è più economica e più pratica ed è quindi usata comunemente. Nella fig. 84 è riprodotto in sezione un cannello ossiacetilenico.

OZONO (O_3)

Per effetto di scariche elettriche nell'aria l'ossigeno si decomponne e tre atomi di esso si uniscono fra loro a formare la molecola del così detto ozono, mentre quella dell'ossigeno è formata da due atomi soli (O_2). L'ozono ha l'odore caratteristico che si avverte quando i tram producono scintille sulle rotaie. Ha forte potere ossidante: l'alcool e l'etere si accendono *sperimentalmente* in presenza di ozono. Può essere quindi una causa di incendio.

AZOTO (N) - AMMONIACA E ACIDO NITRICO

L'azoto è un gas molto diffuso, incoloro, inodoro, insaporo e poco più leggero dell'aria; non è velenoso.

I composti più importanti dell'azoto sono l'ammoniaca NH_3 (idruro di azoto) e l'acido nitrico HNO_3 .

L'ammoniaca è un gas irritante (produce tosse, lacrimazione, infiammazioni bronchiali) di odore caratteristico ed ha spiccate proprietà basiche. È molto usata nei frigoriferi.

In caso di perdita dei recipienti (bombole), il miglior sistema per eliminare questo gas è quello di gettare grande quantità di acqua negli ambienti da esso invasi, sfruttando la sua proprietà di essere estremamente solubile nell'acqua stessa.

Una miscela di ammoniaca e ossigeno può esplodere facilmente.

L'acido nitrico dà luogo ad una vasta serie di composti che prendono il nome di nitrati. Le combinazioni dell'acido nitrico con molte sostanze organiche sono esplosive (esempio: cellulosa + acido nitrico = nitrocellulosa; glicerina + acido nitrico = nitroglycerina ecc.).

Le combinazioni in cui entra l'acido nitrico sono spesso accompagnate dallo sviluppo di una miscela di gas di color rosso bruno, irritante e pericolosa (vapori nitrosi). Inspirata in una certa quantità può dar luogo a fatti gravi di edema polmonare, anche letali.

Tali vapori si sviluppano anche nella combustione della celuloide e nelle esplosioni di polveri da sparo nitrocomposte.

IL CARBONIO ED I SUOI COMPOSTI PRINCIPALI

CARBONIO (C)

Il carbonio è uno degli elementi più diffusi in natura, specialmente in combinazione con altri elementi.

Allo stato elementare si presenta sotto diversi aspetti; esso è però sempre solido e insolubile in quasi tutti i liquidi conosciuti; è solubile solo nel ferro fuso per formare la ghisa e in qualche altra sostanza organica. Il carbonio purissimo, cristallizzato, durissimo, costituisce il diamante; è tenero e di color grigio nella grafite o piombaggine; nero e lucente, a struttura compatta o lamellare, nel carbon fossile; senza lucentezza, con la struttura del legno da cui proviene, nel carbone comune; polverulento nel nero fumo.

Combinato con l'idrogeno, dà luogo ad una numerosissima serie di composti detti idrocarburi grassi e aromatici; coll'ossigeno ed altri elementi (oltre all'idrogeno), dà luogo a moltissimi altri composti: alcoli, eteri, carboidrati ecc. ecc.

Tutti i *composti organici* (varie centinaia di migliaia) — così chiamati, perchè contenuti in gran parte negli organismi viventi, animali e vegetali — risultano dalle varie combinazioni del carbonio coll'idrogeno, l'ossigeno ed altri elementi.

Alla temperatura dell'arco voltagico, il carbonio si combina con l'idrogeno per formare l'acetilene (C_2H_2), e coll'azoto formando il cianogeno (CN_2), dal quale ultimo derivano i cianuri e l'acido cianidrico.

Facendo passare vapori di zolfo sul carbone rovente, si ottiene il sulfuro di carbonio (CS_2).

I combustibili comunemente usati sono quasi tutti di natura organica e possono essere solidi, liquidi e gassosi.

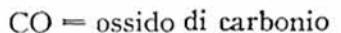
Tra i combustibili solidi sono da ricordarsi, oltre alla legna comune, i cosiddetti carboni fossili (antracite, litantrace, lignite e torba), che derivano da residui di piante di epoche più o meno remote, sepolte sotto strati di terra o di rocce, e che hanno quindi subito una lenta trasformazione. Essi sono più o meno pregiati a seconda della percentuale di carbonio contenuta e quindi del loro potere calorifico.

Sono da ricordarsi fra i composti del carbonio i nitroderivati che sono tutti esplosivi.

I combustibili liquidi più comuni sono i petroli, la benzina, la nafta (miscele di vari idrocarburi grassi), il benzolo (idrocarburo aromatico), l'etere, l'alcool ecc.

Fra i combustibili gassosi derivati dal carbonio, ricorderemo il metano (CH_4), che ha oggi così larga applicazione, l'acetilene (C_2H_2), il gas illuminante ecc. Come abbiamo detto, esistono anche altre sostanze combustibili non derivate dal carbonio; si è anzi rilevato che quasi tutti gli elementi possono dar luogo a combustioni più o meno vive per effetto della loro combinazione con l'ossigeno.

In genere nelle combustioni dei derivati del carbonio, e cioè nella combinazione di questi con l'ossigeno, si ha principalmente la formazione di due gas a seconda che la combustione avviene in difetto o in eccesso di ossigeno. Si formano cioè i due composti che abbiamo già citato:



Oltre a questi si ha sovente la formazione del cosiddetto fumo, che è costituito da vapor d'acqua (fumo bianco) e, come nella maggiore dei casi, da particelle di combustibile non completamente bruciate, miste ad altri prodotti volatili spesso irritanti (fumo nero).

I liquidi infiammabili producono in generale un fumo nero e denso, composto, oltre che da anidride carbonica, vapore d'acqua ed altri prodotti volatili, da particelle minutissime di carbonio (nero fumo), che si depositano sui corpi freddi.

Le maschere antigas in questo caso sono rese ben presto inservibili, perché i filtri vengono completamente ostruiti da uno strato di nero fumo.

OSSIDO DI CARBONIO E ANIDRIDE CARBONICA

Riprendendo in esame i due prodotti principali della combustione: ossido di carbonio e anidride carbonica, notiamo che il primo è un veleno dei più pericolosi e per di più non possiede alcun carattere organolettico atto a svelarne la presenza. Anche in piccole percentuali (comincia a diventare pericoloso nella proporzione dell'1 %) agisce sul sangue, diminuendone l'efficienza nell'assorbimento dell'ossigeno dell'aria, e in casi gravi può essere anche letale.

Il secondo: anidride carbonica, pur non essendo respirabile, non è velenoso. Anzi, in qualche caso, oltre ad essere gradevole al gusto, è benefico per l'organismo umano. Le ben note acque gassose non sono altro che acqua con zucchero o con estratti di frutta, contenente in soluzione dell'anidride carbonica che dà luogo alla effervescenza. Lo stesso si dica per i vini spumanti. Questo gas compreso e liquefatto alla pressione di 33 atmosfere a 0° e di circa 60 atmosfere alla temperatura ordinaria, racchiuso in bombole d'acciaio, costituisce la ben nota sostanza ignifuga usata per gli estintori. L'anidride carbonica infatti non è comburente, ed essendo assai più pesante dell'aria, si sostituisce a questa e provoca l'arresto della combustione. Negli estintori a polvere, oltre all'azione soffocante dell'anidride carbonica, c'è anche l'azione meccanica dovuta alla polvere, la quale ricopre insieme all'anidride carbonica le parti incendiate, provocando l'estinzione anche per soffocamento.

Negli estintori a neve viene sfruttato il fatto che l'anidride carbonica compressa — espandendosi — si raffredda fino a solidificarsi, ed assume l'aspetto di una neve soffice e cristallina (ghiaccio secco). Essa esercita oltre all'azione soffocante, dovuta sia alla neve che ricopre le parti incendiate come all'anidride carbonica che si svolge, anche un'azione di forte raffreddamento della massa incandescente, potendo raggiungere una temperatura di 80° sotto zero.

L'anidride carbonica, sciolta nell'acqua, si ammette che dia luogo alla formazione dell'acido carbonico, secondo lo schema:



Da questo acido deriva una vasta serie di composti detti *carbonati*, fra i quali ha per noi grande importanza il *bicarbonato*.

nato o carbonato acido di sodio avente la formula



che serve per la carica degli estintori idrici.

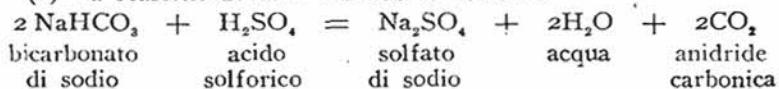
Questi apparecchi sono infatti caricati con una soluzione di bicarbonato di sodio e con una fiala di vetro contenente acido solforico. Facendo avvenire la mescolanza di questi due liquidi, si produce anidride carbonica (1) la quale fornisce la pressione necessaria per lanciare il liquido con forza fuori dall'apposito bocchello. Oltre a questo, poiché l'anidride carbonica si scioglie nell'acqua in notevole proporzione, il liquido che viene gettato sulle parti incendiate, contiene una notevole quantità di acido carbonico, che tende a trasformarsi in anidride carbonica con gli effetti ignifugi di questa.

Si calcola che, a parità di getto, il liquido degli estintori idrici abbia una potenza ignifuga almeno doppia di quella dell'acqua ordinaria.

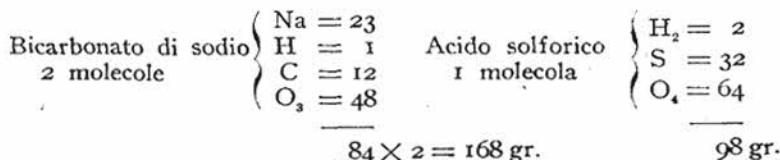
Anche negli estintori a schiuma si sfrutta la pressione dovuta allo sviluppo di anidride carbonica.

Qui è il caso di fare una parentesi per accennare al motivo che consiglia di adoperare gli estintori a schiuma o la schiuma meccanica anzichè l'acqua per estinzione di incendi di liquidi infiammabili. La ragione è questa: i liquidi infiammabili sono in

(1) La reazione avviene secondo lo schema:



il quale ci dice, tenendo conto dei pesi atomici, che per ottenere la reazione completa senza spreco di sostanze occorre:



e cioè una proporzione in peso fra bicarbonato e acido solforico di $\frac{168}{98} = 1.7 : 1$. In pratica si usa abbondare col bicarbonato, mettendo ad esempio nell'estintore 1 kg. di bicarbonato e 500 grammi di acido solforico, cioè con la proporzione di 2 : 1.

generale più leggeri dell'acqua e galleggiano su questa, per modo che, oltre ad incorrere nel pericolo di far propagare l'incendio in altre parti, l'acqua perde la sua efficacia come mezzo raffreddante, rimanendo al di sotto del liquido incendiato.

ACETILENE E GAS ILLUMINANTE

Abbiamo rammentato fra i combustibili gassosi derivati dal carbonio: l'acetilene e il gas illuminante; il primo è un vero e proprio composto chimico, mentre il secondo è un miscuglio di vari gas.

L'acetilene è un gas che presenta, dal punto di vista della tossicità, alcune caratteristiche dell'ossido di carbonio, col vantaggio però che essa è facilmente avvertibile per il suo odore caratteristico.

Si prepara per sintesi mediante l'arco voltaico con elettrodi di carbone in atmosfera di idrogeno, oppure per azione dell'acqua sul carburo di calcio.

Di questo gas sono pericolose le cosidette miscele esplosive che si formano con l'aria, perchè possono dar luogo a facili e disastrose esplosioni.

Come abbiamo già veduto, l'acetilene è molto usata nell'industria metallurgica, per la saldatura autogena.

È da tenersi presente che è pericoloso comprimere questo gas nelle bombole oltre una certa pressione (25 atmosfere); per eliminare questo inconveniente si dispone nelle bombole stesse del cotone imbevuto di acetone che discioglie l'acetilene rendendola innocua.

Occorre altresì evitare rubinetti e chiusure di rame o delle sue leghe, perchè con questo metallo si formano dei composti esplosivi (acetiluri).

Il gas illuminante è una miscela gasosa di composizione variabile a seconda del carbone da cui proviene e della temperatura di distillazione. La sua normale composizione è compresa nelle seguenti percentuali:

Idrogeno	45-50%
Metano	35%
Ossido di carbonio	3-6%
Anidride carbonica, azoto, etano, acetilene, benzolo, ecc.	9-10%

Con la diffusione dell'illuminazione elettrica è sparita l'importanza di questo prodotto come mezzo illuminante, ma esso è sempre più largamente usato a scopo di riscaldamento.

La non lieve quantità di ossido di carbonio, contenuto nel gas illuminante, lo rende notevolmente tossico, esso però è facilmente avvertibile per l'odore caratteristico; come l'acetilene forma con l'aria miscugli esplosivi.

**CIANURI - ACIDO CIANIDRICO E SOLFURO DI CARBONIO -
CELLULOIDE - CARBONE VEGETALE**

Una serie dei composti del carbonio, che per fortuna è raro incontrare, è quella dei cianuri che sono tutti velenosissimi. L'acido cianidrico (HCN) ha un caratteristico odore di mandorle amare; è estremamente tossico: anche in debole concentrazione può provocare la morte in pochi secondi.

Un altro composto del carbonio che ha assunta una notevole importanza nelle industrie (perchè è il solvente migliore di tutti i grassi) e che è opportuno ricordare, è il solfuro di carbonio (CS_2). A pressione e temperatura ordinarie, esso è un liquido assai più pesante dell'acqua (si conserva sotto di essa) e molto volatile; i suoi vapori sono notevolmente tossici e danno luogo a miscele esplosive. Il gas di solfuro di carbonio si accende a 150° e brucia con fiamma luminosissima azzurronegnola.

Ha notevole importanza per i Vigili del Fuoco la celluloide usata specialmente per le pellicole cinematografiche.

Questo composto deriva dal collodio (binitrocellulosa) con aggiunta di canfora o naftalina. È una sostanza solida elastica e trasparente che può essere colorata; essa serve spesso da supporto per le immagini fotografiche.

Molto facilmente infiammabile ed, in qualche caso, anche esplosiva, la celluloide nella combustione che avviene con notevole calore, sviluppa ossido di carbonio e vapori nitrosi; fumi che sono quindi doppiamente pericolosi.

Data la facile infiammabilità di questo composto, i locali adibiti a deposito di pellicole cinematografiche sono soggetti a speciali norme di sicurezza.

Il carbone vegetale ha la proprietà di assorbire le sostanze volatili e i gas in generale. I friggitori, pur non essendo dei

chimici, conoscono bene questa proprietà e, per togliere il cattivo odore all'olio che ha servito ad esempio per friggere il pesce, vi fanno bollire un pezzo di carbone.

Questa proprietà viene sfruttata per i filtri delle maschere antigas che generalmente contengono, unitamente ad altre sostanze, del carbone, detto attivo, a struttura granulare.

ACQUA - IDROGENO - ZOLFO - ACIDO SOLFORICO CLORO E ACIDO CLORIDRICO - FOSGENE - FOSFORO

ACQUA

È il composto più abbondante e diffuso sulla terra; è indispensabile alla vita animale e vegetale; a temperatura e pressione ordinaria è liquida; a zero gradi solidifica; a cento gradi bolle (1) trasformandosi in vapore; la vaporizzazione si ha però anche a temperature inferiori.

L'acqua naturale non è mai perfettamente pura, ma contiene sempre diversi sali e non di rado sostanze organiche e microrganismi. Le acque *dure* sono quelle che contengono disciolti: bicarbonato e solfato di calcio idrato e solfato di magnesio; tali acque, dette anche incrostanti, non sono adatte per caldaie a vapore ed anche per i radiatori delle automobili, perchè lasciano abbondante deposito calcareo sulle pareti dei recipienti. Si depurano le acque mediante la distillazione, che consiste nel farle evaporare raccogliendo poi i vapori condensati, oppure mediante speciali apparecchi, detti appunto depuratori, usati specialmente nelle centrali termiche. Per le automobili esistono dei liquidi che impediscono la formazione del deposito calcareo.

L'acqua è, come abbiamo già veduto, una combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno secondo la formula



e cioè contiene due atomi di idrogeno ed uno di ossigeno.

Tutti conoscono l'acqua oltre che allo stato liquido anche allo stato solido, sotto forma di ghiaccio, neve, brina, e grandine (quest'ultima prodotta per azione dell'elettricità atmosferica).

(1) Col diminuire della pressione atmosferica anche la temperatura di ebollizione si abbassa e viceversa si innalza col crescere della pressione.

Solidificandosi, l'acqua aumenta notevolmente di volume (9 % circa), il che spiega le frequenti rotture delle tubazioni d'acqua nei periodi freddi.

L'acqua è un composto molto stabile: sopra i 1200 gradi soltanto, comincia a scindersi nei suoi elementi, e si ritiene che a 2500° la dissociazione sia completa.

Facendo passare il vapore d'acqua sul carbone rovente, si ha un miscuglio di ossido di carbonio e di idrogeno, detto *gas d'acqua*, che è molto usato come combustibile, mescolandolo qualche volta al gas illuminante.

Questo ci spiega perchè, nel caso d'incendio di sostanze ad alto potere calorifico, i getti d'acqua alimentano il fuoco, anzichè spengerlo.

L'acqua ha uno spiccato potere di soluzione e può considerarsi anzi il solvente naturale per eccellenza; si rammenti a questo proposito che una soluzione si dice *satura* quando, per ulteriore aggiunta di altra sostanza, questa rimane indisciolta.

IDROGENO (H)

È uno dei componenti dell'acqua; allo stato elementare l'idrogeno è un gas che si trova libero in certe emanazioni vulcaniche, ma per lo più si produce nella decomposizione di sostanze organiche.

Secondo alcuni scienziati l'idrogeno costituisce prevalentemente gli alti strati dell'atmosfera (oltre 80 chilometri di altezza).

Ricerche recenti hanno rilevato l'esistenza di idrogeno nella zona incandescente intorno al sole.

È un gas incoloro, inodoro, insaporo, non è velenoso, è leggerissimo (il più leggero dei gas conosciuti): un litro nelle condizioni normali di temperatura e di pressione, pesa grammi 0,09.

È combustibile e brucia con fiamma incolore. La fiamma d'idrogeno in atmosfera di ossigeno costituisce la cosiddetta fiamma ossidrica che raggiunge un'altissima temperatura (2800°). La combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno a 700° avviene istantanea con esplosione. Meno violenta, ma sempre esplosiva, è la reazione dell'idrogeno col cloro in presenza di luce e calore.

L'idrogeno si ottiene facendo agire l'acido solforico sullo zinco o sul ferro.

Oggi si usa preparare l'idrogeno per mezzo della elettrolisi dell'acqua, cioè sfruttando il fenomeno della decomposizione dell'acqua nei suoi elementi, ottenuta con l'uso della corrente elettrica.

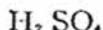
ZOLFO - ACIDI SOLEIDRICO E SOLFORICO

Lo zolfo (S) è assai abbondante in Italia, dove si trova allo stato naturale, cristallizzato, di color giallo citrino e il più delle volte mescolato con altri minerali che ne costituiscono la cosiddetta ganga.

Brucia con fiamma pallida e azzurragnola, svolgendo anidride solforosa (SO_2): gas di odore irritante e soffocante.

Con l'ossigeno si ha pure un altro composto che prende il nome di anidride solforica (SO_3). La combinazione dell'idrogeno con lo zolfo produce un gas dall'odore nauseante di uova putride, molto tossico, infiammabile, avente la formula H_2S , detto *acido solfidrico*, dal quale hanno origine molti composti detti solfuri.

L'*acido solforico* è il più importante composto dello zolfo. La sua formula è:



Esso deriva dalla combinazione dell'anidride solforica con l'acqua $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$, (mentre l'anidride solforosa dà luogo all'*acido solforoso* di minore importanza). È un liquido denso, oleoso, inodoro, avidissimo di acqua che sottrae alle sostanze, specie se di natura organica. Infatti un fuscellino di legno posto nell'*acido solforico*, diviene nero per il carbonio reso libero in seguito alla disidratazione.

Per questa sua proprietà l'*acido solforico* non può essere usato negli estintori a schiuma, perchè decomporrebbe la sostanza organica schiumogena.

È da tener presente che, volendo diluire questo acido, occorre versarlo nell'acqua (e non viceversa) molto lentamente, ed agitando, perchè altrimenti il calore prodotto dalla miscelazione trasformerebbe rapidamente l'acqua in vapore, con rischio di proiezioni di liquido o di rottura di recipienti.

L'*acido solforico* ha estesissime applicazioni in svariate industrie. Si fabbrica principalmente col metodo così detto delle camere di piombo (il piombo è praticamente inattaccabile al-

l'acido). Il così detto *oleum* o acido solforico fumante è in effetto acido solforico che contiene in soluzione dell'anidride solforica (SO_3).

L'acido solforico è un acido forte e può combinarsi anche coi composti più stabili; la tanto pericolosa produzione di cloro nei sottomarini è dovuta all'azione dell'acido solforico degli accumulatori sul cloruro di sodio delle acque marine.

Dall'acido solforico deriva una numerosissima serie di composti, detti solfati (solfato di rame, sulfato di calce o gesso ecc.).

CLORO ED ACIDO CLORIDRICO

Il cloro (Cl) è il più importante e diffuso fra i quattro elementi, detti *alogeni* (Cloro, Bromo, Fluoro, Iodio).

Alle condizioni normali di temperatura e di pressione, è un gas giallo verdastro di odore sgradevole, pungente, velenoso ed irrespirabile.

È più pesante dell'aria e come tale si mantiene negli strati bassi dell'atmosfera; è poco solubile nell'acqua. Si combina direttamente con molti elementi dando luogo ai cloruri; quando i composti del cloro contengono anche dell'ossigeno si hanno i clorati e i perclorati.

Il cloro con l'idrogeno, sotto l'azione della luce e del calore, forma il composto più importante di questo elemento che è l'*acido cloridrico*, volgarmente detto acido muriatico; esso non si combina invece con facilità con l'ossigeno, quindi non brucia nell'aria. I composti ossigenati — clorati e perclorati — si ottengono per via indiretta.

Il cloro è divenuto uno dei prodotti più importanti nelle industrie tessili, farmaceutiche e in quelle dei coloranti.

Dal cloro deriva un composto importante dal punto di vista bellico che è il *fosgène* (COCl_2), gas asfissiante fra i più noti.

Parlando dei gas asfissianti in particolare, vedremo altri composti clorurati come la cloropicrina, l'iprite ecc.

Anche alcuni composti degli altri alogeni, sono da annoverarsi fra i gas tossici, come il bromoacetone.

FOSFORO (P)

Non si trova libero in natura; i minerali che lo contengono sono la fosforite e l'epatite; è però contenuto anche nelle ossa.

Il fosforo si presenta sotto due stati allotropici: fosforo

giallo e fosforo rosso. Il primo si ossida in presenza di ossigeno, e quindi è facilmente infiammabile all'aria, il secondo è più stabile e non si accende che a 200°.

Per la sua caratteristica anzidetta il fosforo bianco è assai usato nella fabbricazione delle bombe incendiarie al fosforo e delle così dette piastrine.

Il fosforo rosso è quello usato nella fabbricazione dei fiammiferi.

Il composto del fosforo con l'idrogeno costituisce la così detta *fosfina* che si accende spontaneamente all'aria. I ben noti fuochi fatui sono dovuti a fosfina e ad altri prodotti volatili che si sprigionano dai cadaveri.

Del fosforo esistono vari acidi che danno origine alle rispettive serie di composti fosforati.

SILICIO (si)

Anche questo elemento è molto diffuso in natura sotto forma di anidride silicica (Si O_2), che costituisce la silice e il quarzo, ma principalmente entra nella costituzione di quei composti detti silicati (caolino, leucite, albite ecc.), che, associati ad altre sostanze, formano la massima parte delle rocce.

I composti del silicio sono importantissimi dal punto di vista industriale, specialmente nelle industrie dei vetri, delle porcellane e delle terre cotte.

I silicati entrano nella costituzione dei così detti *cementi* che hanno assunto tanta importanza nella edilizia moderna.

METALLI - LORO CLASSIFICAZIONE CENNO SU ALCUNI DI ESSI

I metalli si distinguono generalmente in due categorie: *leggeri* e *pesanti*, a seconda del loro peso; la prima categoria comprende tre gruppi, e cioè: metalli *alcalini*, *alcalino terrosi* e *terrosi*; la seconda comprende tutti gli altri metalli.

Metalli leggeri	Metalli alcalini - Sodio e Potassio
	» alcalino terrosi - Calcio e Magnesio
	» terrosi - Alluminio
Metalli pesanti:	Ferro, Rame, Piombo, Zinco, Stagno, Mercurio, Argento, Oro, Platino ecc.

METALLI LEGGERI - SODIO (Na)

allo stato elementare, il sodio è un metallo avente la consistenza della cera e l'aspetto bianco argenteo, se tagliato di fresco; all'aria si ossida facilmente. Decomponne violentemente l'acqua svolgendo idrogeno. I composti di questo metallo sono largamente rappresentati in natura.

Tutti conoscono il sale da cucina o cloruro di sodio (Na Cl) che allo stato naturale si chiama *sal gemma*. Questo sale si trova discolto nelle acque del mare, conferendo loro il caratteristico sapore amaro.

L'idrato sodico (Na OH) è la ben nota soda caustica che, in soluzione, ha azione caustica e dissolvente delle sostanze organiche. Trova largo impiego nella fabbricazione dei saponi.

La comune soda è un carbonato: Na_2CO_3 , che è uno dei più importanti prodotti industriali usato nelle industrie farmaceutiche, tessili, dei colori, della carta ecc.

Abbiamo già rammentato il bicarbonato di sodio (NaHCO_3) che serve per la carica degli estintori; rammenteremo anche il perossido (Na_2O_2), che è usato per le capsule assorbenti l'anidride carbonica negli autoprotettori.

POTASSIO (K)

I composti di questo metallo sono assai meno diffusi in natura di quelli del sodio; allo stato elementare il potassio ha la consistenza della cera e presenta un colore bianco argenteo che perde però rapidamente all'azione dell'aria. L'acqua viene decomposta energicamente, tanto che l'idrogeno sviluppato si accende.

Fra i composti del potassio sono da ricordare, oltre alla cosiddetta potassa caustica (KOH), il cloruro (KCl), il carbonato, noto sotto il nome di potassa (K_2CO_3) e il nitrato (KNO_3) o salnitro, che è usato, in miscela con lo zolfo ed il carbonio, per la fabbricazione della comune polvere da sparo o polvere nera.

CALCIO (Ca)

Fra i metalli alcalino terrosi si trovano il calcio ed il magnesio. I composti del calcio sono abbondantissimi in natura; specialmente comuni sono: il solfato (gesso), il carbonato (calcite) e il fosfato (fosforite ecc.).

Le comuni rocce calcaree sono costituite in prevalenza da carbonato di calcio; da esso si ottiene, per eliminazione di anidride carbonica (mediante cottura), la così detta calce viva, che si chiama ossido di calcio (Ca O).

La calce viva, trattata con acqua, in seguito ad una energetica reazione con grande sviluppo di calore (fino a 300°), dà l'idrato di calce, sotto forma di una massa bianca, molle, aderente che è comunemente chiamata *grassello*. Impastandola con la sabbia si ha la *malta*.

Sotto l'azione dell'anidride carbonica dell'aria, l'idrato si trasforma di nuovo in carbonato, provocando l'indurimento della malta e cioè — come si suol dire — la presa della malta.

Fra i composti del calcio sono da rammentarsi il *cloruro di calcio*, di notevole importanza, perchè è il mezzo migliore per neutralizzare l'azione dell'yprite (bonifica), nonchè il carburo di calcio (Ca C) che, con l'acqua, sviluppa il gas acetilene.

MAGNESIO (Mg)

È piuttosto abbondante in natura sotto forma di carbonato, silicato e solfato ed entra, come tale, nella costituzione di varie rocce (dolomite, talco ecc.) — Come solfato e cloruro, è contenuto in molte acque sorgive alle quali conferisce un sapore caratteristico amarognolo. Allo stato elementare ha un aspetto metallico ed è assai leggero. Brucia con fiamma viva, bianchissima e per questo è molto usato in fotografia. Le leghe di magnesio ed alluminio, per la loro leggerezza, sono molto usate specie nelle costruzioni aeronautiche. Esse, a seconda della percentuale di magnesio, sono chiamate *magnalio* ed *electron*.

ALLUMINIO (Al)

Questo metallo entra nella composizione di molte rocce come ossido idrato (bauxite) e silicato (caolino, leucite ed argilla).

Il caolino ha importanza grandissima nel campo dell'industria delle porcellane; l'argilla in quella delle terre cotte e quindi nell'edilizia.

allo stato puro l'alluminio è un metallo bianco argenteo, duttile e malleabile, buon conduttore dell'elettricità (si sta adottandolo in Italia su larga scala per le condutture elettriche).

Le leghe dell'alluminio hanno notevole importanza nelle industrie meccaniche e sono da ricordarsi, oltre alle già citate magnalio ed electron, il duralluminio (alluminio, rame, magnesio e manganese) ed il bronzo d'alluminio (rame ed alluminio).

Una proprietà importante di questo metallo è quella che, in polvere finissima, brucia con fiamma assai viva. Ha inoltre azione riducente, energica: sottrae l'ossigeno quasi a tutti gli ossidi con notevole sviluppo di calore. La famosa *termite* usata per le bombe incendiarie è una miscela di alluminio e di ossido di ferro.

Accesa, mediante speciali inneschi, la termite sviluppa una temperatura di oltre 2500°.

METALLI PESANTI - FERRO (Fe)

Può considerarsi il metallo più importante di tutti per le sue svariatissime applicazioni. Libero, si trova assai raramente in rocce vulcaniche; associato al nichel, entra nella composizione dei meteoriti (frammenti di materia cosmica che cadono non di rado sulla terra).

Il ferro però viene quasi totalmente ricavato dai suoi minerali, quali la magnetite (Fe_3O_4), l'ematite (Fe_2O_3), la limonite (ossido idrato = $2 Fe_2O_3 \cdot 3 H_2O$), la siderite ($FeCO_3$) e la pirite (FeS_2).

Il ferro puro si ottiene dai minerali per riduzione a caldo negli altiforni. Veramente dall'altoforno non si ottiene il ferro puro bensì la così detta *ghisa*, cioè ferro contenente dal 2,5 al 5% di carbonio.

Con ulteriori operazioni (processo Bessemer o processo Martin Siemens), si ottengono il ferro e gli acciai (decarburazione).

Fra i composti del ferro rammenteremo il cloruro e il sulfato, che hanno applicazioni in tintoria e in medicina, nonché il sesquiossido di ferro (Fe_2O_3), che è uno dei componenti della termite.

RAME (Cu)

È piuttosto abbondante in natura anche allo stato elementare, nonché nei suoi minerali: cuprite (ossido), malachite (carbonato), calcopirite (solfuro doppio di rame e di ferro).

Il rame si estrae dai suoi minerali per arrostimento e successiva purificazione.

Il rame ha un colore rosso caratteristico, che all'aria umida si ricopre di efflorescenze verdi — verderame — costituite da carbonato basico di rame. È duttile e malleabile, buon conduttore di calore e di elettricità, e per questo ha numerose applicazioni.

Fra i composti del rame ricorderemo il solfato (Cu SO_4), detto anche vetriolo azzurro, grandemente richiesto in viticoltura.

Una soluzione acquosa di solfato di rame può essere usata, con risultato però incerto, per l'estinzione delle bombe al fosforo.

ZINCO (zn)

Non si trova libero in natura, ma si ricava dai suoi minerali fra i quali il più importante è la blenda (Zn S) o solfuro di zinco.

Lo zinco metallico, esposto all'aria, si ricopre di uno strato di ossido che impedisce una ulteriore alterazione; per questo si adopera lo zinco per opere esposte alle intemperie (tettoie ecc.), oppure per rivestire lastre o fili di ferro (ferro zincato). Lo zinco inoltre è il componente di molte leghe come l'ottone (zinco e rame), l'argentana ecc.

Fra i composti dello zinco rammenteremo il litopone o bianco di zinco, miscela di solfato di bario e solfuro di zinco.

Il cloruro di zinco, ottenuto facendo sciogliere il metallo nell'acido cloridrico, si usa per pulire pezzi da saldare a stagno.

PIOMBO (Pb)

Si trova in natura sotto forma di solfuro (PbS detto galena), carbonato (cerussite) e solfato (anglesite).

Esso ha un color grigio azzurro caratteristico (grigio piombo) con splendore metallico; all'aria si ricopre di uno strato di ossido che lo protegge da ulteriori alterazioni. È assai malleabile e fonde a 327° .

I composti del piombo sono molto velenosi e danno luogo ad una forma di avvelenamento detto *saturnismo*.

Noteremo fra i composti del piombo il carbonato basico o biacca di piombo e l'ossido salino (Pb_2O_4) o minio.

Oltre che allo stato di metallo puro, il piombo è usato nelle sue leghe: con l'antimonio per i caratteri da stampa, con lo stagno per la lega da saldare, con l'arsenico per i pallini da caccia.

STAGNO (Sn)

La cassiterite (Sn O_2 == ossido di stagno) è il minerale più importante. Lo stagno metallico è bianco argenteo e fonde a 232° . Ha struttura cristallina che si rivela col caratteristico scricchiolio quando si piega una verga di stagno. Non si altera all'aria e all'acqua ed è perciò molto usato per rivestire recipienti e per ricoprire lastre di ferro (latta).

Le leghe di stagno hanno notevole importanza; tra queste rammentiamo, oltre a quella già rammentata per saldare, il *bronzo* (rame e stagno).

Lo stagno è purtroppo raro in Italia.

MERCURIO (Hg) ED ALTRI METALLI

Il mercurio è il solo metallo che alla temperatura ordinaria si presenta liquido. Si solidifica a $38,8$ gradi sotto zero. Allo stato nativo si trova qualche volta sottó forma di goccioline in seno al suo minerale: il cinabro o solfuro di mercurio (HgS).

I vapori di mercurio sono assai velenosi; il loro assorbimento produce un lento avvelenamento.

Il mercurio metallico viene largamente usato in apparecchi di fisica e chimica. Hanno pure notevole applicazione, specie in medicina, i due sali: calomelano (HgCl) e sublimato (HgCl_2). Alcuni composti del mercurio sono usati come esplosivi (fulminati).

Fra gli altri metalli rammenteremo l'*Arsenico*, i cui composti sono tutti estremamente velenosi, e tra essi hanno notevole importanza per noi le *Arsine* che entrano nella costituzione di numerosi gas tossici di guerra, fra i quali la ben nota *Lewisite*.

Abbiamo già rammentato l'*Antimonio* che viene usato in lega col piombo per i caratteri da stampa; citeremo inoltre il *Bario*, il *Cromo* e il *Manganese*.

Alcuni composti del bario (nitrati) entrano nelle bombe incendiarie e in quelle illuminanti. Gli altri metalli entrano, come abbiamo già veduto, nella costituzione di alcune leghe.

L'oro, l'argento ed il *platino* hanno importanza principalmente come metalli preziosi, peraltro trovano impiego anche in apparecchi elettrici ed in altre speciali applicazioni.

FENOMENI DI AUTOCOMBUSTIONE - FERMENTAZIONE

Per chiudere il capitolo della chimica è opportuno dare un cenno molto sommario ad un fenomeno bio-chimico che ha qualche interesse per i Vigili del Fuoco.

Fra le cause d'incendio si cita spesso il fenomeno dell'autocombustione, specialmente quando l'incendio stesso si è sviluppato in ammassi di fieno o di paglia.

Al riguardo si osserva che le sostanze di natura organica, in determinate circostanze di ambiente, danno luogo ad una serie di trasformazioni assai complesse e non tutte bene spiegate, trasformazioni che vengono complessivamente indicate col nome di fermentazione. Tale fenomeno è dovuto all'azione di microrganismi i quali provocano la decomposizione della sostanza organica con sviluppo di gas, quali: metano, idrogeno, acido solfidrico, anidride carbonica, ammoniaca ecc. e con notevole produzione di calore.

Come può intuirsi facilmente, dato che i gas che si producono sono in generale facilmente infiammabili, se l'aumento della temperatura è notevole, si ha l'accensione dei gas stessi.

Questo avviene specialmente nei foraggi, quando questi sono ammassati e umidi.

La presenza dell'umidità è necessaria per l'azione fermentativa, mentre l'ammassamento impedisce la diffusione dei gas e la dispersione del calore, di modo che non di rado si raggiungono le condizioni favorevoli per l'autoaccensione.

Dovunque avvengano decomposizioni di sostanze organiche si sviluppano dei gas più o meno infiammabili e velenosi; è noto che nei pozzi neri e nelle fosse biologiche si trovano sempre dei gas che possono formare con l'aria miscele esplosive (acido solfidrico, metano ecc.) e che sono anche pericolosi, perché tossici o irrespirabili.

Ricorderemo nuovamente che nella putrefazione dei cadaveri si sviluppa un gas fosforato, la fosfina, che si incendia spontaneamente all'aria dando luogo ai famosi fuochi fatui.

TABELLA DEI PESI ATOMICI DEGLI ELEMENTI

A	Argo . . .	39.94	Mn	Manganese . .	54.93
Ac	Attinio . . .	227.00	Mo	Molibdeno . .	95.95
Ag	Argento . . .	107.88	N	Azoto . . .	14.00
Al	Alluminio . . .	26.97	Na	Sodio . . .	22.99
As	Arsenico . . .	74.91	Nb	Niobio . . .	92.91
Au	Oro . . .	197.20	Nd	Neodimio . . .	144.27
B	Boro . . .	10.82	Ne	Neon . . .	20.18
Ba	Bario . . .	137.36	Ni	Nichelio . . .	58.69
Be	Berillio . . .	9.02	O	Ossigeno . . .	16.00
Bi	Bismuto . . .	209.00	Os	Osmio . . .	191.50
Br	Bromo . . .	72.92	P	Fosforo . . .	31.02
C	Carbonio . . .	12.02	Pa	Protoattinio . .	231.00
Ca	Calcio . . .	40.08	Pb	Piombo . . .	207.22
Cd	Cadmio . . .	112.41	Pd	Palladio . . .	106.70
Ce	Cerio . . .	140.13	Po	Polonio . . .	210.00
Cl	Cloro . . .	35.46	Pr	Praseodimio . .	140.92
Co	Cobalto . . .	58.94	Pt	Platino . . .	195.23
Cr	Cromo . . .	52.01	Ra	Radio . . .	226.05
Cs	Cesio . . .	132.91	Rb	Rubidio . . .	85.48
Cu	Rame . . .	63.57	Re	Renio . . .	186.31
Dy	Disprosio . . .	162.46	Rh	Rodio . . .	102.91
Rn	(Em) Radon (Emanazione)	222.00	Ru	Rutenio . . .	101.70
Er	Erbio . . .	167.24	S	Solfo . . .	32.06
Eu	Europio . . .	152.00	Sb	Antimonio . . .	121.76
F	Fluoro . . .	19.00	Sc	Scandio . . .	45.10
Fe	Ferro . . .	55.84	Se	Selenio . . .	78.96
Ga	Gallio . . .	69.72	Si	Silicio . . .	28.06
Gd	Gadolino . . .	157.30	Sm	Samario . . .	150.43
Ge	Germanio . . .	72.60	Sn	Stagno . . .	118.70
H	Idrogeno . . .	1.00	Sr	Stronzio . . .	87.63
Hf	Hafnio . . .	178.60	Ta	Tantalo . . .	181.40
He	Elio . . .	4.00	Tb	Terbio . . .	159.20
Hg	Mercurio . . .	200.61	Te	Tellurio . . .	127.61
Ho	Olmio . . .	163.50	Th	Torio . . .	232.12
In	Indio . . .	114.76	Ti	Titanio . . .	47.90
Ir	Iridio . . .	193.10	Tl	Tallio . . .	204.39
J	Jodio . . .	126.92	Tu	Tulio . . .	169.40
K	Potassio . . .	39.10	U	Uranio . . .	238.07
Kr	Cripto . . .	83.70	V	Vanadio . . .	50.95
La	Lantanio . . .	138.92	W	Wolframio . . .	183.92
Li	Litio . . .	6.94	X	Xeno . . .	131.30
Lu	Lutezio . . .	175.00	Y	Ittrio . . .	88.92
Ma	Masurio . . .	— —	Yb	Itterbio . . .	173.04
Mg	Magnesio . . .	24.32	Zn	Zinco . . .	65.38
			Zr	Zirconio . . .	91.22

NOTA. — Non sono stati ancora isolati tre elementi dei quali però si prevede l'esistenza.

XI.

MOTORI E RELATIVE APPLICAZIONI

PREMESSA

Il motore può essere a buon diritto proclamato il segno più più evidente della civiltà moderna, il prodotto più significativo del progresso tecnico dell'umanità.

Un tempo l'uomo produceva il suo lavoro con l'energia dei suoi muscoli e con il sudore della sua fronte; oggi non più, perchè nel complesso, tumultuoso ritmo della vita moderna, l'ingegno umano ha sostituito pressochè completamente il motore ai muscoli, e talvolta, mercè il semplice tocco di un bottone, energie immense operano e lavorano per l'uomo.

Tutte le macchine più complesse e potenti debbono la loro esistenza ed il loro movimento ai motori, talvolta minuscoli, tal'altra enormi e potentissimi.

Il treno e l'automobile che rapidamente superano notevoli distanze, il maestoso transatlantico che attraversa gli oceani incurante delle tempeste, l'aereoplano che oramai domina il cielo con sicurezza, traggono dal motore l'energia del loro rapido moto.

Anche nelle case di abitazione il motore ha fatto la sua apparizione, adattandosi, docile e servizievole, alle più svariate applicazioni domestiche.

Con il motore lo scienziato ed il tecnico hanno carpito alla natura immense energie, che nelle viscere ed alla superficie della terra giacevano inerti, ed hanno con queste energie foggiato il ritmo incalzante della vita moderna su un metro di rapidità che oggi consente al progresso di compiere in un'ora il cammino che nell'Evo Antico richiedeva non meno di un mese.

DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE

A seguito della premessa posta si dirà pertanto che il motore è una macchina destinata a trasformare dell'energia naturale o potenziale in energia meccanica, utilizzabile nelle numerose applicazioni richieste dagli usi industriali e domestici.

A seconda dell'energia assorbita e delle loro caratteristiche fondamentali, i motori si classificano nei seguenti tipi principali:

MOTORI A SCOPPIO ED A CICLO DIESEL.

MOTORI ELETTRICI.

MOTORI IDRAULICI.

MOTORI A VAPORE.

Si dirà ora brevemente delle caratteristiche di ciascuno di questi tipi e delle relative applicazioni alla tecnica del servizio antincendi.

MOTORI A SCOPPIO

Il nome stesso di questi motori indica il principio fondamentale su cui è basato il loro funzionamento. Dicesi infatti motore a scoppio quello che trae la sua energia meccanica dallo scoppio di una miscela combustibile in un'apposita camera di scoppio.

È noto che tutte le sostanze combustibili hanno per l'ossigeno una particolare affinità, per cui tendono ad unirsi chimicamente con esso a mezzo del fenomeno chiamato combustione, producendo principalmente le due note sostanze gasose: anidride carbonica (CO_2) e vapor d'acqua (H_2O). La combustione delle sostanze ha luogo generalmente con lentezza, perché l'ossigeno contenuto nell'aria lambisce soltanto la superficie esterna del corpo in combustione. Quando invece l'ossigeno, come avviene nelle sostanze esplosive, entra nella costituzione della sostanza combustibile, la combustione si produce istantanea, e la grande massa di sostanze gasose prodotte genera il noto effetto dirompente, che caratterizza l'esplosione. Le sostanze esplosive però, mentre riescono particolarmente efficaci per il lancio dei proiettili, per lo scoppio delle mine e per altri usi bellici ed industriali, non si prestano, a cagione dell'istantaneità della loro esplosione e del loro costo, ad essere utilizzate per generare energia meccanica a scopo industriale.

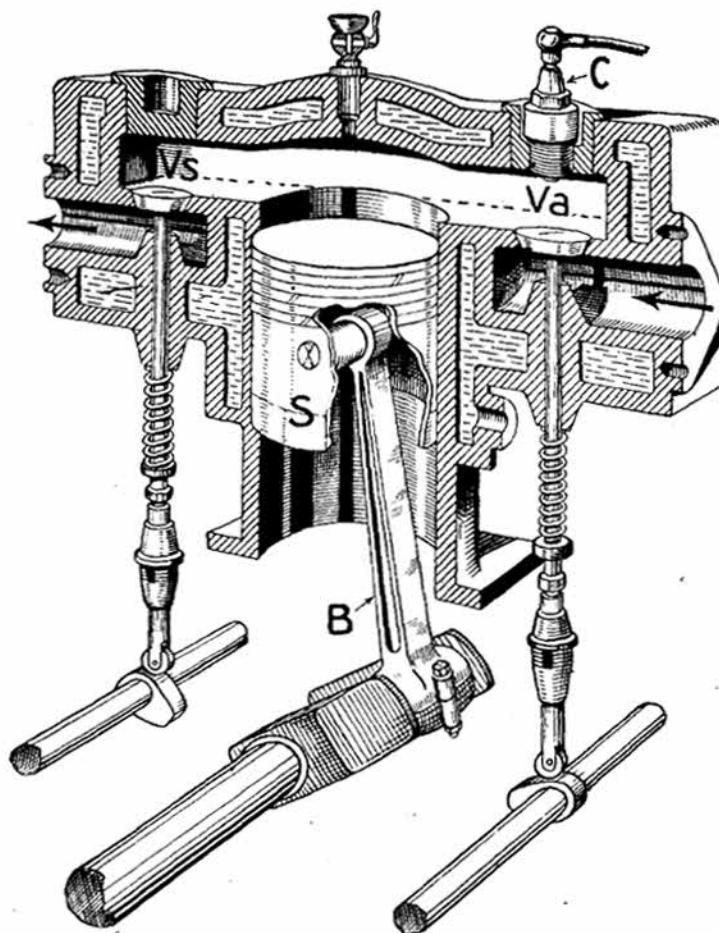


FIG. 85

Per questo scopo, la tecnica è invece riuscita ad utilizzare ottimamente, a mezzo del motore a scoppio, delle sostanze assai comuni in natura, quali la benzina, la nafta, il gas povero, il gas d'acqua ed altri gas naturali e composti organici.

Per ottenere da queste sostanze una rapidissima combustione esse vengono polverizzate, evaporate e comunque intimamente mescolate con l'aria, per modo che ciascuna parti-

cella combustibile si trovi ad immediato contatto con una particella di ossigeno.

Realizzata in tal modo la miscela, appare evidente che un inizio di combustione, ottenuto a mezzo di una scintilla elettrica od in altro modo, si estende rapidissimamente a tutta la miscela; per cui la massa di gas prodotta dalla combustione stessa in grande quantità, esercita una fortissima pressione sulle pareti della camera di scoppio e, come praticamente avviene nei motori, determina la rapida discesa dello stantuffo o pistone nel cilindro motore.

Il principio è semplice; la sua applicazione naturalmente ha incontrato e superato notevoli difficoltà.

Nella fig. 85 è schematicamente rappresentato, in sezione, il cilindro di un motore a scoppio.

La camera di scoppio del motore è costituita dal cilindro di ghisa visibile al centro della figura. Lo stantuffo *S*, lo percorre dall'alto in basso con moto di va e vieni. Esso è collegato per mezzo della biella *B* e del collo d'oca, all'albero motore (*A*). Dalla valvola *V_a*, entra la miscela di aria e benzina che genera l'esplosione, mentre dalla valvola *V_s*, escono i gas prodotti dall'esplosione. Il movimento delle due valvole *V_a* e *V_s*, viene comandato per mezzo di due alberi, detti *a camme*, che, ruotando, mediante opportune sporgenze, determinano al momento opportuno l'innalzamento e cioè l'apertura delle valvole.

La candela *C*, per mezzo di una scintilla elettrica generata dal magnete dell'autoveicolo, determina lo scoppio nell'istante in cui la miscela è compresa. Nello spazio circostante al cilindro ed alla camera di scoppio vien fatta circolare dell'acqua, allo scopo di raffreddare le parti metalliche a contatto; l'acqua stessa viene poi raffreddata dall'aria circolante nel radiatore dell'automobile. La miscela di aria e benzina necessaria all'esplosione, vien formata nel carburatore, dove l'aria passando, aspira la benzina nella quantità necessaria.

Esaminiamo ora più da vicino il funzionamento del meccanismo considerato.

Quando lo stantuffo, giunto al punto più alto della corsa, ha compresso la miscela, la candela fornisce la scintilla di accensione e, per effetto dello scoppio, lo stantuffo viene spinto in basso con energia. Ciò facendo, esso, per mezzo della biella

e del collo d'oca, imprime all'asse del motore una forte spinta rotativa.

Quando lo stantuffo ritorna verso l'alto, si apre la valvola V_s di scarico, e la miscela combusa e perciò priva di energia, viene sospinta dallo stantuffo nel tubo di scarico sottostante alla valvola.

Nella fase successiva di discesa dello stantuffo, la valvola V_s si chiude e si apre invece la valvola V_a , che consente l'entrata della miscela aspirata dallo stantuffo. Il cilindro pertanto, in questa fase si riempie completamente di miscela, e nella

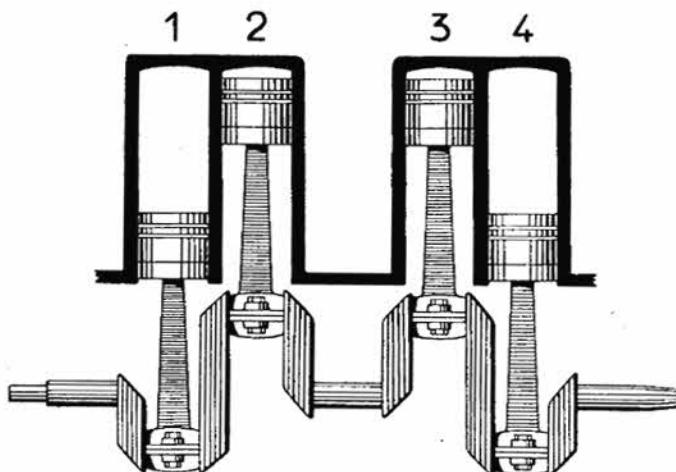


FIG. 86

fase successiva lo stantuffo salendo comprime la miscela stessa; con ciò esso è tornato, dopo quattro movimenti detti anche *fasi* o *tempi* del motore, al suo punto di partenza. Il motore considerato si chiama appunto per questo *a quattro tempi*; se questo tipo di motore funziona con quattro cilindri, ciascuno di essi fornirà uno scoppio ogni due giri del motore e, sfasando i cilindri stessi, potremo ottenere uno scoppio ogni mezzo giro del motore.

È questo il funzionamento tipo del classico ed equilibrato motore a quattro cilindri ed a quattro tempi, il cui schema è indicato in sezione dalla figura 86.

Come appare dalla figura stessa, il funzionamento degli stantuffi è opportunamente sfasato; il primo di essi infatti, dopo di aver compiuta la sua corsa di aspirazione della miscela, sta per risalire; il secondo ha ultimato la fase di compressione ed attende lo scoppio; il terzo ha ultimato la fase di scarico e sta per iniziare l'aspirazione, il quarto stantuffo infine è stato spinto in basso dallo scoppio e sta per iniziare la fase di scarico.

Oltre al tipo di motore accennato, se ne hanno altri numerosi, con un numero diverso di cilindri, fino a 24 ed oltre, e variamente disposti: in linea, a V, in parallelo, a stella ecc.

Un altro tipo di motore assai noto, è quello a due tempi, usato specialmente quando è piccolo il numero dei cilindri. Nel motore a due tempi le fasi sono due soltanto, e perciò i gas vengono scaricati all'esterno durante la fase di scoppio e, subito dopo, ha luogo l'aspirazione.

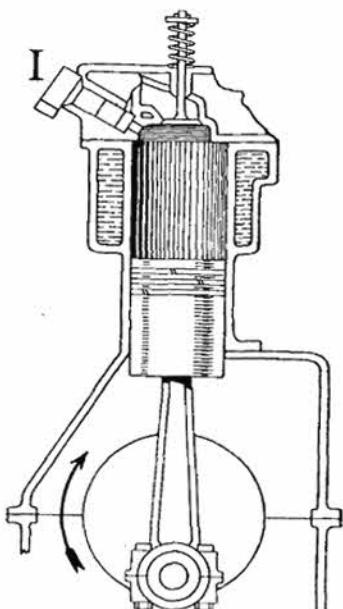


FIG. 87

MOTORI A CICLO DIESEL

Presentano uno schema di funzionamento analogo a quello dei motori a scoppio considerati.

In luogo della benzina o di altre miscele leggere, essi utilizzano come carburante la nafta ed altri oli combustibili.

Ciò ha imposto al motore una variante degna di rilievo: l'introduzione della nafta a spruzzo mediante un compressore ed un iniettore. L'aria occorrente viene, come

nei motori a scoppio, aspirata dallo stantuffo nella sua fase di aspirazione e successivamente compressa ad una pressione più elevata che nei motori a scoppio. Al termine della compressione attraverso l'iniettore I (fig. 87), un finissimo spruzzo di olio o di nafta viene proiettato e polverizzato nella camera di scop-

pio e, per effetto dell'alta temperatura a cui si trova l'aria compressa, si accende istantaneamente determinando la combustione o l'esplosione.

MOTORI A GAS

Oltre ai motori a ciclo Diesel od a nafta trovano talvolta applicazione i motori a gas, che utilizzano i gas combustibili di origine naturale come il metano, oppure artificiale come il gas povero, il gas d'acqua ed il gas d'alto forno.

Il funzionamento è analogo a quello già esposto; nei dettagli costruttivi la tecnica ha naturalmente attuato le modifiche richieste dalle speciali esigenze del combustibile impiegato.

L'analogia di funzionamento fra i diversi tipi di motore accennati ha consentito, con gli adattamenti necessari, l'utilizzazione nei motori a scoppio a benzina, anche della nafta e, recentemente, del metano e del gas prodotto dai comuni gasogeni trasportabili.

APPLICAZIONI DEI MOTORI A SCOPPIO

Nelle moderne macchine antincendi i motori a scoppio hanno trovato una larga applicazione, sia per la trazione dei veicoli, come per il funzionamento delle pompe. L'importanza del motore a scoppio nel servizio antincendi è particolarmente dovuta al fatto che questo tipo di motore, più di ogni altro si presta per conferire ai veicoli la necessaria velocità richiesta dalla speciale natura del servizio.

Le autopompe moderne, grazie ai particolari pregi di questo motore, raggiungono oggidì, nonostante il carico notevole trasportato, velocità comprese fra gli 80 ed i 100 Km. orari.

Anche il funzionamento del motore a scoppio si presta ottimamente allo scopo, perché esso è facile e sicuro e non richiede il trasporto di un soverchio peso di combustibile. L'adozione ormai incontrastata della pompa centrifuga che, per il suo movimento rotatorio, particolarmente si presta al collegamento con i motori a scoppio, ha aggiunto un nuovo vantaggio all'impiego di questo tipo di motore.

Nelle autopompe generalmente il funzionamento della pompa è ottenuto mediante l'uso del motore stesso dell'auto-

veicolo mediante un apposito innesto ed uno speciale albero di trasmissione.

Nelle motopompe, sia rimorchiabili che barellabili, il motore è unicamente destinato al funzionamento della pompa, e perciò è ad essa stabilmente collegato.

Recentemente il motore a scoppio, data la sua leggerezza, ha consentito la creazione di uno speciale tipo ultraleggero di motopompa barellabile per montagna. Per le necessità di servizio, pompa e motore vengono trasportati separatamente a spalla e poi rapidamente collegati sul luogo dell'uso.

In aggiunta alle applicazioni accennate, i motori a scoppio trovano impiego, oltreché nei numerosi motomezzi di cui i Corpi sono provvisti e nelle macchine d'officina, in altre particolari applicazioni, quali ad esempio i gruppi elettrogeni e gli aspiratori-ventilatori.

Nei primi, destinati a produrre energia elettrica, il motore viene direttamente collegato con una dinamo di pari potenza, nei secondi, impiegati per l'estrazione del fumo dai locali sotterranei, il motore viene collegato con un aspiratore-ventilatore a palette.

I motori a scoppio usati dal servizio antincendi fino a pochi anni or sono erano tutti del tipo a benzina, non presentando il ciclo Diesel le necessarie garanzie di un regolare funzionamento.

I successivi perfezionamenti dei motori tipo Diesel hanno reso dubbi i tecnici circa la convenienza della sua adozione per il servizio antincendi ed hanno indotto, specialmente i tedeschi, ad estenderne l'applicazione.

Anche presso di noi hanno fatto la loro apparizione, e per ora con successo, i primi autoveicoli a nafta per il servizio antincendi.

MOTORI ELETTRICI

I motori elettrici sono dalla tecnica moderna i preferiti, perché, pur essendo di poco ingombro e di costo limitato, producono, senza consumo di carburante e silenziosamente, una grande quantità di energia meccanica.

Come è noto, questa energia è ottenuta per trasformazione dell'energia elettrica fornita dai grandi impianti idroelettrici e dalle centrali termoelettriche.

Il motore elettrico l'assimila, ed a mezzo della forza magnetica di attrazione generata dalla corrente elettrica nelle spire di avvolgimento della parte fissa e della parte ruotante del motore, obbliga quest'ultima a ruotare rapidamente rendendo in energia meccanica l'energia elettrica assorbita.

Non è possibile in questa breve trattazione far cenno delle caratteristiche costruttive e di funzionamento dei vari tipi di motore elettrico.

Accenniamo brevemente alla suddivisione di essi nei tre tipi fondamentali ben noti:

a) MOTORI A CORRENTE CONTINUA, adatti per l'utilizzazione della corrente elettrica continua.

Sono oggi particolarmente usati per la trazione, sia mediante l'utilizzazione della corrente continua fornita da batterie di accumulatori, come per l'utilizzazione dell'energia fornita a mezzo di condutture aeree.

Un esempio dei primi lo si ha in alcuni autoveicoli e nei comuni carrelli elettrici che trovano frequente impiego nelle importanti stazioni ferroviarie e nell'interno dei grossi opifici industriali, rispettivamente per il trasporto di bagagli e di materiali pesanti.

Un esempio caratteristico di trazione con filo è invece offerto dalle comuni tranvie cittadine e dai grossi locomotori della rete ferroviaria statale.

b) MOTORI SINCRONI A CORRENTE ALTERNATA. — Questi motori sono usati nell'industria per la fornitura sia di piccole come di grandi potenze.

Utilizzano la corrente elettrica alternata, prodotta dagli impianti idroelettrici e più volte trasformata, e cioè abbassata di tensione, per renderla praticamente atta alla minuta utilizzazione.

Essi ripetono nella loro costruzione lo schema di avvolgimento degli alternatori, perciò la loro velocità è esattamente regolata dalla frequenza della corrente alternata, e cioè dal numero delle oscillazioni di segno di essa nell'unità di tempo.

Il loro nome, ha appunto origine dal sincronismo accentuato.

c) MOTORI ASINCRONI A CORRENTE ALTERNATA. — Differiscono dai precedenti perchè, essendo basati su un criterio

costruttivo diverso, e precisamente sul principio del campo magnetico rotante ideato dall'insigne fisico italiano Galileo Ferraris, presentano l'importante caratteristica di funzionare in discordanza di fase colla frequenza della corrente alternata di alimentazione.

È questo un pregio di rilievo perchè consente al motore di poter fornire una coppia motrice o momento di rotazione assai elevata, anche quando un improvviso sforzo della macchina azionata dal motore, induce in esso un rallentamento.

APPLICAZIONE DEI MOTORI ELETTRICI

I motori elettrici, come ovunque, trovano qualche applicazione anche nel servizio antincendi.

Si tratta in genere tuttavia di applicazioni generiche per la semplice fornitura di energia meccanica alle macchine d'officina e per altri usi diversi.

Ciò è dovuto al fatto che sulle macchine antincendi l'energia eventualmente occorrente è direttamente fornita in forma meccanica dal motore dell'automobile, e di poi utilizzata a mezzo di opportune prese di forza.

Merita un cenno l'utilizzazione dei motori elettrici nelle moderne autogru in quanto che, ai fini pratici, venne ritenuto più conveniente azionare la gru nei suoi tre movimenti di rotazione, elevazione del braccio ed innalzamento del gancio, con tre distinti motori elettrici azionati da una dinamo, piuttosto che con tre prese di forza dal motore del veicolo; l'energia viene da esso prelevata con un'unica presa di forza che serve per il funzionamento della dinamo o generatore di corrente continua.

Nelle autoscale i tre movimenti sono invece ottenuti meccanicamente, mediante una frizione in bagno d'olio, che ha luogo nel carter, posto alla base della scala.

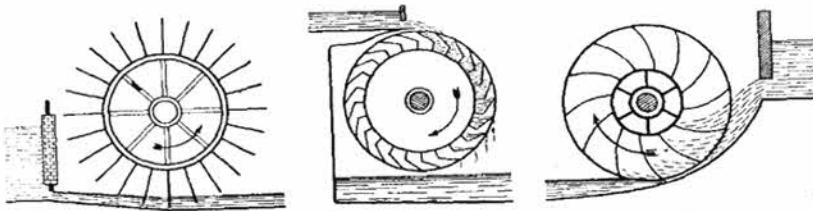
L'energia elettrica dei comuni gruppi elettrogeni è fornita da una dinamo azionata con motore a scoppio; talvolta si hanno anche gruppi elettrogeni e motoventilatori azionati con motore elettrico, ma la loro diffusione è limitata dal fatto che essi richiedono l'allacciamento con filo ad una sorgente elettrica di alimentazione.

MOTORI IDRAULICI

Sono stati creati per lo sfruttamento dell'energia idraulica, statica o dinamica, contenuta in una massa d'acqua scendente dall'alto.

Dovendo essi pertanto venire sistemati su un corso d'acqua o comunque al piede di una condotta forzata alimentata da un bacino idrico sopraelevato, la loro importanza nei riguardi del servizio antincendi è nulla.

Ci limitiamo perciò ad un breve cenno dei tipi principali di questo speciale motore, facendo una distinzione fra quelli, in genere rudimentali e di scarso rendimento, utilizzati nelle piccole installazioni, e quelli perfezionati e potentissimi delle grandi installazioni.



FIGO 88 - 89 - 90

Fra i primi rileviamo:

a) La comune *ruota a schiaffo* (fig. 88), nella quale l'energia dinamica acquistata dall'acqua nella sua discesa in apposito canale, viene in seguito da essa ceduta mediante urto o schiaffo, contro le pale della ruota del motore.

b) La *ruota a cassetti* (fig. 89), in cui l'acqua, riempiendo superiormente i cassetti della ruota motrice, ne determina il movimento col suo peso.

c) Le ruote, assai numerose, basate su un principio intermedio fra i due indicati. Mentre nel primo di essi infatti l'energia ceduta dall'acqua è tutta dinamica e nel secondo è tutta statica o di posizione, in queste ruote l'energia ceduta è in parte statica ed in parte dinamica (fig. 90).

Si richiamano al riguardo i concetti espressi nell'apposito Cap. XIII.

Fra i secondi accenniamo, oltre che alla *turbina Francis* di cui si dirà a proposito delle pompe centrifughe, alla *ru-*

ta Pelton, nella quale, con principio analogo a quello indicato per la ruota a schiaffo, l'energia, a mezzo di un getto d'acqua potente che esce da un ugello simile all'orificio di una lancia, viene ceduta dall'acqua alla ruota motrice, provvista di pale metalliche in forma di conchiglia, sulle quali il getto d'acqua viene con violenza proiettato.

MOTORI A VAPORE

Le motrici a vapore servono per la trasformazione in energia meccanica di un'altra riserva notevolissima di energia che si trova in natura allo stato potenziale: quella contenuta nel carbone e nei combustibili in genere.

È già stato detto che un Kg. di ottimo carbon fossile, contiene una riserva di calore pari a circa 8000 calorie e che ognuna di queste calorie, convenientemente sfruttata in una macchina avente il teorico rendimento del 100 per 100, potrebbe fornire 427 Kgm.; perciò l'equivalente in energia meccanica di un chilogrammo di carbone è pari a $427 \times 8000 = 3.416.000$ chilogrammetri. Cifra più che ragguardevole. Questa energia basterebbe teoricamente per sollevare 34.160 q.li all'altezza di 1 m. Ognuno comprende quale enorme riserva di energia trovasi accumulata nei giacimenti di carbon fossile, e di quale ricchezza dispongono le Nazioni privilegiate che nei loro territori metropolitani o coloniali possiedono di questi giacimenti.

Si presentava tuttavia arduo il problema della trasformazione in meccanica di questa energia calorifica. I primi tentativi di questa trasformazione, fatti da Dionigi Papin, risalgono al secolo XVIII, ma fu solamente al principio dell'800 che l'insigne scienziato Giacomo Watt riuscì a costruire una macchina a vapore basata sui principi delle macchine moderne.

Papin nelle sue indagini aveva scoperto che il vapore sviluppato, in recipiente chiuso, dall'acqua riscaldata, acquistava una pressione capace, se applicata sulla superficie di uno stantuffo, di compiere un lavoro meccanico. Watt sviluppò questo concetto, concretando i suoi ritrovati in una macchina che possedeva pressochè tutte le caratteristiche e gli organi della macchina a vapore moderna, che brevemente passiamo in rassegna.

1) LA CALDAIA. — Consiste in un robusto recipiente di lamiera chiodata, nel quale viene immessa, fino ad un certo li-

vello, l'acqua da scaldare; al di sopra di questo livello, per effetto del riscaldamento, si forma del vapore d'acqua ad una pressione che, a seconda dei vari tipi di caldaia, varia fra tre e circa quindici atmosfere.

L'acqua viene introdotta in caldaia per mezzo di una pompetta o di un iniettore; un robusto indicatore di livello tubolare di vetro, permette dall'esterno la visione e la regolazione del livello dell'acqua.

2) IL FOCOLARE. — Serve per bruciarvi il combustibile necessario per il riscaldamento della caldaia.

Esso ha forma e dimensioni diverse a seconda dei vari tipi di caldaia.

3) IL CILINDRO. — È la camera dove il vapore d'acqua, opportunamente convogliato, esercita la sua pressione su uno stantuffo, dilatandosi e producendo un lavoro meccanico.

Il cilindro è sempre esterno alla caldaia; in talune macchine è orizzontale, in altre è verticale. Si hanno anche motrici a doppia ed a tripla espansione, nelle quali il vapore esce dal primo cilindro ad una pressione ancora elevata, che poi si esaurisce nei cilindri successivi.

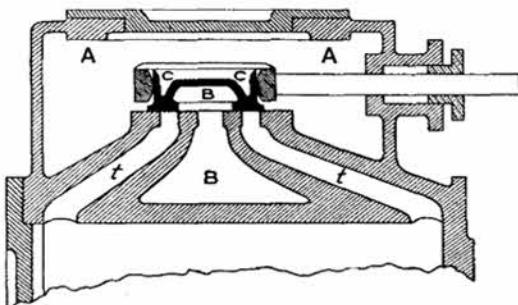


FIG. 91

4) IL DISTRIBUTORE. — Serve a regolare, a tempo, l'entrata del vapore nel cilindro, per modo che esso agisca alternativamente sull'una e sull'altra faccia dello stantuffo. Quando il vapore in arrivo agisce su una faccia, il vapore ormai dilatato e senza energia, che trovasi a contatto dell'altra, viene espulso dal cilindro e convogliato al condensatore.

Tale regolazione, nel distributore a cassetto semplice rappresentato in figura, è ottenuta per mezzo dei tubetti (*t*), alter-

nativamente aperti e chiusi, dal moto di va e vieni del cassetto di distribuzione (c).

Essendo lo spazio *A* in comunicazione colla caldaia e lo spazio *B* col condensatore, il cassetto, spostandosi, mette in comunicazione, a mezzo dei due tubetti, alternativamente ed al momento opportuno, una faccia dello stantuffo con la caldaia e l'altra col condensatore.

Oltre al distributore a cassetto semplice indicato, si hanno anche distributori a valvole e distributori a cassetto con piastre di espansione.

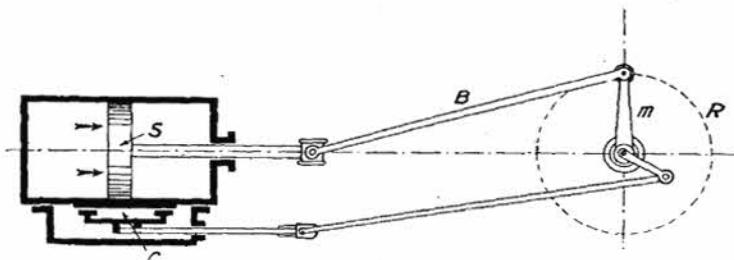


FIG. 92

5) IL REGOLATORE. — Quando il lavoro motore, che alla macchina viene richiesto, diminuisce, la macchina, incontrando una minor resistenza, accelera il suo movimento; interviene allora il regolatore che, allo scopo di evitare un eccesso di velocità ed uno sciupio di energia, riduce mediante un'opportuna strozzatura l'uscita del vapore dalla caldaia. Il funzionamento del regolatore avviene automaticamente, per effetto della forza centrifuga impressa dal moto della macchina a due palle metalliche ruotanti.

6) IL MANOVELLISMO. — Consiste nell'insieme di tutti gli organi: stantuffo (S), biella (B), manovella (M) ed accessori, necessari per trasformare il moto rettilineo dello stantuffo in quello rotativo della ruota motrice (R).

In figura è schematicamente rappresentato il funzionamento di questi organi; vi appare anche in modo schematico il sistema di comando, a mezzo della ruota motrice, del cassetto di distribuzione (C).

7) IL VOLANO. — Consiste in una puleggia pesante che ruota per effetto dell'energia fornita dalla motrice. Essa ha

lo scopo di regolarizzare, per mezzo dell'inerzia dovuta al suo peso, il movimento della motrice, eliminando i contraccolpi dovuti, sia al movimento rettilineo dello stantuffo, come alla variabilità del carico.

8) IL CONDENSATORE. — Questo dispositivo ha lo scopo di raccogliere il vapore espulso dal cilindro, condensandolo a bassa temperatura. È con ciò possibile diminuire la pressione del vapore stesso, al di sotto dell'atmosferica (fino a circa 1/10 di atmosfera), migliorando il complessivo rendimento della macchina. I condensatori in uso si distinguono in due tipi principali: a miscela ed a superficie.

9) L'INCASTELLATURA. — Consiste nell'ossatura metallica che serve di base e di collegamento ai vari organi costituenti la macchina a vapore. Essa è generalmente costruita in ghisa.

Nelle applicazioni antincendi le motrici a vapore tennero, durante tutto il secolo scorso, un posto preminente, perchè esse rappresentarono, e per molti anni con successo, l'unica, animata applicazione del motore alle pompe da incendio. Oggi, la visione delle imponenti pompe a vapore che correvano all'incendio con un traino impetuoso di cavalli e con un magnifico pennacchio di fumo e di scintille, impallidisce, ed anche le poche pompe a vapore che, in Italia e fuori, sono tenute come riserva presso i Corpi dei Vigili del Fuoco, vengono trainate sull'incendio mediante l'uso di automezzi.

TURBINE A VAPORE

Nelle moderne istallazioni a vapore, specie di marina, in luogo della motrice a stantuffo descritta si usa sovente la turbina a vapore, che si differenzia dalla precedente allo stesso modo con cui la pompa centrifuga si differenzia da quella a stantuffo. In questa macchina il vapore in pressione, uscendo a grande velocità da apposite aperture, vien fatto agire su delle palette disposte a corona alla periferia di speciali tamburi ruotanti, e ad esse imprime un velocissimo moto di rotazione. Le palette sono disposte in numerose serie circolari, perchè l'azione del vapore si esaurisce, espandendosi, non coll'urto iniziale, ma in una serie di successivi salti di pressione. Talvolta l'espansione del vapore ha luogo non soltanto nello spazio cir-

colare antistante alle palette motrici, ma anche negli intervalli fra le palette, determinando su di esse un impulso di reazione, per cui, le turbine basate su questo principio, si chiamano « a reazione », per distinguerle dalle altre « ad azione » prima accennate.

Si hanno turbine a vapore di oltre 50.000 HP. Le turbine, rispetto alle macchine a stantuffo, presentano, oltre ai vantaggi insiti nel moto rotativo, un'economia notevole di peso e di spazio; non permettono però l'inversione di moto ed inoltre conservano un buon rendimento soltanto alla loro velocità normale o di regime.

Alcuni anni or sono il prof. Belluzzo intraprese uno studio accurato per l'applicazione della turbina a vapore alla trazione ferroviaria. Gli esperimenti di pratica attuazione, non dettero tuttavia esito favorevole perchè le caratteristiche della turbina non s'accordavano colla nuova importante innovazione.

Negli apparati motori dei grossi transatlantici, la turbina a vapore venne invece applicata con pieno successo.

XII.

EDILIZIA E MATERIALI DA COSTRUZIONE

Si chiamano da costruzione, i materiali che entrano a comporre le varie strutture di un edificio.

Essi perciò comprendono:

- a) Le pietre naturali da costruzione (marmi, graniti, arenarie ecc.).
- b) Le pietre ed i composti artificiali (laterizi, calcestruzzi e simili).
- c) I materiali agglomeranti (calci, cementi ecc.).
- d) Materiali diversi, quali ad esempio alcuni metalli, i legnami e numerose sostanze ausiliarie (vernici, vetri, ecc.).

PIETRE NATURALI

Le pietre naturali sono fornite da particolari specie di rocce, le quali possono dividersi in tre grandi categorie: rocce semplici, rocce composte (in cui entrano più minerali essenziali) e rocce elastiche (originate da alterazione e disgregazione delle rocce).

Rocce semplici.

Fra le rocce semplici presentano una speciale importanza i calcari ed i gessi.

I CALCARI sono essenzialmente costituiti da calcite o carbonato di calcio. (CaCO_3).

Essi vengono usati per ricavarne materiali da muro, materiali cementanti e materiali decorativi. Si chiamano marmi i calcari suscettibili di taglio perfetto e di pulimento bello e duraturo. Tra i marmi usati a scopo decorativo citiamo, oltre al classico bianco di Carrara, il bardiglio, il nero di Varenna, il

giallo e il rosso di Verona, il giallo e il broccatello di Siena, i marmi verdi, i marmi brecciati, i marmi lumachelle, il marmo cipollino ed altri marmi rari e pregiati.

Si passa poi ai comuni calcari compatti; tra questi hanno importanza la pietra d'Istria, il biancone del Veronese e del Vicentino, il botticino di Brescia, la pietra forte, e molti altri.

Tutti questi calcari si usano come pietre da taglio; alcuni, di adatta composizione, vengono anche utilizzati per trarne la calce ed il cemento.

I GESSI contengono, quale componente essenziale, il minerale selenite, che è un solfato di calcio idrato, e si presentano in numerose varietà. Il gesso è abbondante in Italia e particolarmente lungo l'Appennino. La sua importanza come materiale edilizio è dovuta soprattutto alla possibilità di ricavarne, mediante cottura, il gesso in polvere di cui si parlerà più avanti.

Rocce composte.

Fra le rocce composte merita un particolare rilievo il granito, che presenta una struttura cristallina; giacimenti assai notevoli di granito si hanno nella cerchia settentrionale alpina (graniti di Baveno sul Lago Maggiore e di S. Fedelino presso Chiavenna), nonchè in Calabria e nelle isole.

La sienite ha la stessa struttura del granito, ma è alquanto più scura; se ne hanno bellissime cave nel Biellese, presso Balme.

I porfidi sono rocce di origine vulcanica; sono duri, tenaci, difficili al taglio e si usano principalmente a scopo ornamentale. Ne abbiamo in Italia alcuni giacimenti nelle Prealpi, a Reggio Calabria e nell'Isola d'Elba. Le trachiti e i basalti abbondano in Italia nella regione vulcanica; i basalti si trovano anche nelle provincie di Vicenza, di Verona e nella Sardegna. I basalti, aderiscono poco alle malte e perciò hanno scarso uso nelle murature; si impiegano invece, per la loro durezza, nella pavimentazione stradale.

Le lave, prodotto di eruzione dei vulcani, si impiegano come materiali per muratura e più sovente per la pavimentazione stradale, come viene praticato a Roma ed a Napoli con la lava detta *pietrarsa*. Meritano rilievo anche gli scisti cristallini e particolarmente i gneiss, di composizione analoga a quella dei graniti.

Rocce elastiche.

Per azione degli agenti atmosferici e dell'acqua, le rocce si alterano e si disgregano, dando luogo a copioso materiale detritico, cui si dà il nome di *pietrisco*.

Il pietrisco, trasportato dall'acqua, perde angolosità e volume; il materiale che così si forma chiamasi *ghiaia*. Gli elementi rocciosi più minuti danno luogo, depositandosi, alle sabbie. Tutti questi materiali si usano nelle costruzioni: dai ciottoli più grossi si trae, spaccandoli, pietrame da muro; dai ciottoli di natura prevalentemente calcarea, si ricava la calce viva con la cottura; i ciottoli ovoidali meno grossi servono per i selciati; le ghiae minute si usano per le carreggiate stradali e per preparare i calcestruzzi; la sabbia, infine, viene adoperata per le malte comuni e da intonaco.

Fra i materiali detritici di maggiore interesse per le costruzioni, debbono pure citarsi le argille, che vengono usate nell'industria dei laterizi.

Tutte le rocce elastiche nominate, si chiamano *disgregate*, per distinguerle da altre chiamate *coerenti*, quali i *conglomerati* e le *arenarie*, che ebbero origine dalle disgregate, per antiche interposizioni di sostanze cementanti.

Fra queste, le arenarie particolarmente, sono assai usate nelle costruzioni, specie per la loro lavorabilità e bella apparenza. Note fra esse sono la « pietra serena » di Firenze e l'arenaria di Sarnico.

PIETRE E COMPOSTI ARTIFICIALI

Laterizi.

Prendono il nome di laterizi i materiali da costruzione, artificialmente preparati in forme e dimensioni speciali, con terre argillose, modellate e cotte.

Vi sono varie specie di laterizi; citiamo le più note: mattoni pieni, mattoni forati, pianette, tavelle e tegole. A seconda del grado di cottura, i laterizi si distinguono in *albasi* di color chiaro; *forti* di color rosso vivo; e *ferrioli* di color rosso scuro. I migliori sono i così detti *forti* di tinta intermedia. I laterizi di tutti i tipi hanno, specie nelle costruzioni moderne, larghissimo impiego.

Calcestruzzo.

Il calcestruzzo si ottiene mescolando malta di calce idraulica o malta cementizia, con ghiaia o con pietrisco, in queste proporzioni: mc. 0,75 - 0,80 di ghiaia, mc. 0,40 - 0,45 di sabbia e 150 - 300 Kg. di cemento o di calce idraulica, a seconda dell'impiego. La resistenza di questo materiale è considerevole: con impasto di cemento, resiste al peso di circa 150 Kg. per cmq. ed è comunemente impiegato con un carico di 30; con calce idraulica il carico, normalmente applicabile, scende a 15 Kg. per cmq. Il calcestruzzo è un materiale da costruzione largamente usato nell'edilizia moderna, specialmente per i pregi che esso presenta nelle cosiddette strutture di cemento armato. Esse, resistendo alle più svariate forme di sollecitazione, si prestano alle molteplici esigenze moderne, specialmente di carattere industriale. Il cemento armato viene d'ordinario preparato mediante l'uso di ripiani e casse di legno, dove vengono dapprima predisposte le armature metalliche e poi versato il calcestruzzo nella miscela desiderata. Dopo un certo tempo, variabile a seconda della qualità dell'agglomerante, le forme di legno vengono levate e la struttura, così disarmata, viene sottoposta a collaudo. Il calcestruzzo si prepara, anche in opera, con analogo sistema.

Calcestruzzi e cementi armati, offrono considerevolissima resistenza all'incendio.

MATERIALI AGGLOMERANTI

Calci.

Le calci si ottengono dalla cottura di pietre calcaree e si possono dividere in tre categorie:

1) CALCI GRASSE, che si ottengono da pietre calcaree contenenti circa il 90 % di carbonato di calcio. Queste calci, mescolate con acqua, aumentano di volume e sviluppano molto calore.

2) CALCI MAGRE, che, in aggiunta al carbonato di calcio, contengono più di 1/10 di materie estranee, in maggior parte carbonato di magnesio, ed almeno il 5 % di argilla.

3) CALCI IDRAULICHE, le quali si ottengono da calcari contenenti argilla in proporzione variabile fra il 6 e il 20 %.

La cottura dei calcari ci dà la calce viva (ossido di Calcio), sostanza fortemente caustica ; essa, messa a contatto con acqua (processo di idratazione o estinzione), si trasforma in calce spenta. La calce spenta, impastata nelle proporzioni di una parte di calce e tre di sabbia, dà la malta comune, la quale, a contatto dell'aria, indurisce formando un ottimo legante per i mattoni. Le malte idrauliche si ottengono mescolando calce idraulica e cemento con sabbia. Stagionate, resistono meglio e possono essere anche usate in presenza di acqua ; da ciò appunto il loro nome.

Cementi.

Il cemento è l'agglomerante per eccellenza, perchè, specialmente dopo la scoperta e la diffusione dei cementi armati, ha acquistato un'importanza notevolissima. Esso, come la calce, viene ricavato dai calcari mediante cottura in appositi forni.

Possiamo distinguere quattro principali tipi di cemento:

a) CEMENTO A LENTA PRESA NATURALE o cemento Portland. Viene ricavato dai calcari marnosi contenenti circa il 22-27 % di argilla. La cottura del materiale viene portata, in forni appositi, sino a 1500 gradi circa, al fine di ottenere una completa reazione della calce con i componenti dell'argilla. La massa così cotta presenta un principio di scorificazione e di vetrificazione.

b) CEMENTO NATURALE A RAPIDA PRESA, avente, come risulta dal nome, una presa, sia nell'aria che nell'acqua, assai più rapida del precedente. Tale caratteristica si può ottenere con l'uso di calcari contenenti una più elevata percentuale di argilla : dal 27 al 40 %.

c) CEMENTO ARTIFICIALE, a lenta ed a rapida presa. Presenta, rispetto ai due tipi accennati l'unica differenza che la dosatura di argilla viene ottenuta con aggiunte di essa al calce. Ciò è particolarmente dovuto, sia alla scarsità in natura di sufficienti riserve di calcare avente la giusta percentuale di argilla, come pure, alla miglior qualità del prodotto artificiale rispetto al naturale.

d) CEMENTI SPECIALI AD ALTA RESISTENZA. Sono stati scoperti ed hanno trovato impiego negli ultimi anni. La loro resistenza e le loro caratteristiche edilizie sono assai più brillanti dei cementi normali ; il loro costo è però tuttavia alquanto più elevato.

Gessi.

Il gesso, come già è stato detto, si ricava mediante cottura da rocce contenenti in massima parte solfato di calcio idrato (selenite) ed altre sostanze in misura non superiore al 10 %. Il gesso, sottoposto a cottura, rimane disidratato e cioè privo di acqua; siccome esso tende a riassorbirla, questa sua caratteristica viene praticamente utilizzata durante l'uso del gesso.

Dopo tale assorbimento o idratazione, esso si solidifica e si presenta di un bel color bianco che lo rende particolarmente atto a lavori interni di decorazione.

Il gesso è anche usato per lavori minimi di rifinitura e stuccatura.

MATERIALI DIVERSI

Materiali bituminosi.

Il bitume solido, risultante da una miscela di idrocarburi, alcuni dei quali ossigenati, si trova in natura allo stato libero; esso è solido al disotto di 0° e fino a 10 gradi; tra i 10 ed i 30 gradi diventa pastoso e si comprime facilmente; dai 30 ai 50 gradi è vischioso e dai 50 gradi in avanti si liquefa. Diverso dal bitume naturale è quello artificiale o catrame, che si ottiene come residuo dalla distillazione del litantrace grasso nella fabbricazione del gas illuminante; esso è di colore più chiaro e di odore caratteristico.

Il bitume viene principalmente usato per la preparazione del mastice d'asfalto, assai pregiato nelle costruzioni.

Asfalto.

Si suole indicare col nome di asfalto la roccia impregnata di bitume in proporzioni ordinariamente variabili tra il 7 e il 15 %.

Giacimenti considerevoli di asfalto in Italia si trovano in Sicilia, negli Abruzzi, nel territorio di Frosinone e nel Friulano.

Il mastice d'asfalto, cioè la miscela ottenuta con farina di asfalto e bitume puro nella proporzione dal 5 al 6 %, si adopera nella pavimentazione dei marciapiedi, degli androni, dei terrazzi e dei grandi ambienti negli opifici industriali.

Metalli.

Di tutti i metalli il ferro è, dal lato costruttivo, il più importante. Esso in natura si presenta sotto forma di minerali di ferro; principalmente: ossidi e carbonati. Il processo di estrazione del ferro generalmente consiste nella riduzione, cioè nella eliminazione dell'ossigeno. I giacimenti più importanti di ferro in Italia si trovano nell'Isola d'Elba, in Lombardia (Val Brembana, Valtellina e Val Camonica) e nella zona di Cogne. La riduzione col processo degli altiforni, dà come primo prodotto la ghisa, dalla cui affinazione o decarburazione, l'industria moderna trae l'acciaio ed il ferro, assai usati come materiali costruttivi.

Altri metalli usati per le costruzioni sono: il piombo, il rame, lo zinco, e lo stagno; i quali però, sotto questo punto di vista, hanno una importanza limitata, in confronto a quella dei prodotti siderurgici. Alcune leghe dei metalli suindicati, quali ad esempio il bronzo e l'ottone, sono pure frequentemente usate nelle costruzioni.

Legnami.

Il legno è largamente e variamente usato come materiale da costruzione, sia nelle strutture principali di sostegno, come nei lavori di finimento; esso è inoltre assai impiegato nelle costruzioni di carattere provvisorio. Oggi per le strutture portanti (capriate, solai), si preferisce il cemento armato. I legni si distinguono in *forti* e *dolci*. I legni detti forti, hanno maggiore resistenza e durevolezza, maggior peso specifico e colore più intenso; essi derivano da piante a lunga vita ed a lento sviluppo, quali la quercia, il rovere ed il faggio. I legni dolci invece, sono poco duri e quindi facilmente lavorabili; sono generalmente biancastri e di minor peso, e derivano da piante a rapido sviluppo quali: il pioppo, l'abete ed il pino. I primi vengono usati perciò principalmente all'esterno, ed i secondi all'interno delle costruzioni.

SOLLECITAZIONI ESTERNE E RESISTENZA DEI CORPI

Ogni corpo, che venga sollecitato da forze esterne, si deforma in grado tanto più elevato, quanto maggiore è l'intensità della sollecitazione; si oppone però alla deformazione con la

sua resistenza ed elasticità. E' questa una qualità comune, in diversa misura, a tutti i corpi, e dovuta alle rispettive forze interne o molecolari, la quale permette ad essi, al cessare dello sforzo, di riprendere pressochè completamente la loro forma primitiva. Infatti i solidi non riprendono esattamente la loro forma primitiva, al cessare delle sollecitazioni esterne, perché non esistono in natura corpi perfettamente elastici, come non ne esistono di completamente anelastici.

Nei casi in cui la sollecitazione esterna vince la forza di coesione o resistenza del corpo, avviene la rottura. Dicesi carico di rottura di un corpo, lo sforzo per mm^2 , necessario per determinare la rottura. Dicesi invece carico di sicurezza, il carico per mm^2 , che la prudenza e la pratica edilizia consigliano di non superare. Svariati sono i modi con cui può essere, per così dire, messa alla prova la resistenza dei corpi, perché svariati sono i tipi di sforzo o sollecitazioni, cui un corpo può venire sottoposto.

Le sollecitazioni-tipo, sono le cinque seguenti:

- 1) Compressione.
- 2) Tensione.
- 3) Flessione.
- 4) Taglio.
- 5) Torsione.

Vediamole brevemente:

Dicesi **COMPRESSEIONE**, lo sforzo cui un materiale è soggetto, quando un carico tende a comprimerlo ed a raccorciarlo. Un puntone, posto a sostegno di una struttura, rende l'idea di un solido compresso.

Tutti i materiali in genere resistono alla compressione in modo soddisfacente.

La **TENSIONE** in un materiale si produce invece quando le forze esterne tendono a stirare ed allungare le fibre del solido sollecitato. Una fune ad esempio, quando viene tesa, è soggetta ad un tal tipo di sollecitazione.

Non tutti i materiali resistono altrettanto bene a questo genere di sollecitazioni. Si riportano di seguito, sia per la compressione, come per la tensione, i carichi di rottura ed i carichi normali o di sicurezza per i materiali più comuni.

La **FLESSIONE** si ha quando le forze agiscono normalmente

all'asse e tendono a incurvarlo. Tale è ad esempio la sollecitazione indotta in un ponte, quando viene attraversato da un carico pesante.

Dicesi TAGLIO, la sollecitazione che tende a spezzare un corpo in due parti, facendole scorrere l'una sull'altra secondo il loro piano di separazione. Una lamiera tranciata da una cesoia è sottoposta, nella parte compresa fra le due lame della cesoia, ad uno sforzo di taglio.

La TORSIONE infine si produce quando due momenti agiscono su un corpo in senso contrario e perciò tendono a contorcerlo. Gli assi motori delle macchine, vengono, nel loro moto di rotazione, sempre sottoposti a questo genere di sollecitazione.

Oltre alle sollecitazioni accennate, che vengono chiamate semplici, i corpi vengono spesso sottoposti a sollecitazioni combinate o composte, quali la pressoflessione, la torsione e pressione, la torsione e tensione ecc. Il calcolo della capacità di resistenza del corpo stesso, viene in tal caso effettuato sommando l'effetto delle sollecitazioni semplici, cui ciascuna parte del corpo è sottoposta.

**CARICHI DI ROTTURA E DI SICUREZZA
DEI MATERIALI PIÙ COMUNI**
(dal Manuale Colombo)

	Kg. per mmq.		CARICO DI ROTTURA DI SICUREZZA	
	Traz.	Compress.	Traz.	Compress.
Ferro omogeneo	35-45	28-30	8-10	8-10
Acciaio dolce	40-60	80	13-20	13-20
Ghisa	10-15	60-80	2	5
Legname forte lungo le fibre	8-9	4-5	1	0.6
Legname dolce lungo le fibre	7-8	3-4	0.6	0.4
Legname trasvers. alle fibre	1-2	2.5	—	—
Corda di canapa	6-8	—	1	—
Granito e Gneiss	0.4	3-5	—	0.3-0.5
Pietre calcari	0.3	2-4	—	0.25
Matttoni a mano	0.1	1.25-2.5	—	0.06
Matttoni a macchina	—	2.5-3	—	0.07
Malta di calce	0.2	1.5-2	—	0.2
Cemento normale	1.0	1-3	—	0.2-0.3
Calcestruzzo di calce norm.	0.1	0.5-2	—	0.1-0.2
Muri normali	—	—	—	0.04-0.05

Per alcuni materiali il carico di sicurezza alla trazione non è indicato, perchè i materiali stessi non sono idonei a tale tipo di sollecitazione.

ESERCIZI SUI CARICHI DI SICUREZZA E DI ROTTURA.

1) Sia data una fune di canapa avente il diametro di mm. 12; si desidera conoscere qual'è lo sforzo o carico necessario per determinare la rottura della fune, e quale sia invece il carico massimo che la prudenza consente di applicare alla fune stessa.

Occorre innanzitutto calcolare la sezione della fune in mmq.

Ciò si ottiene con la formula πR^2 (in cui il coefficiente fisso $\pi = 3,14$) per il calcolo della superficie di un cerchio. Essa ci dà per la superficie S il valore

$$S = \pi R^2 = 3,14 \times 6^2 = 3,14 \times 36 = 113 \text{ mmq.}$$

Applicando, come risulta dalla tabella, il carico di rottura di 7 Kg. per mmq. e quello di sicurezza di Kg. 1 per mmq., a ciascun mmq. della superficie trovata, otterremo con una semplice moltiplicazione i due carichi richiesti dalla premessa.

Carico necessario per la rottura della fune $= 113 \times 7 = 791$ kg.

Carico massimo applicabile alla fune $= 113 \times 1 = 113$ kg.

2) Suppongasi che su un determinato terreno di fondazione, sia applicabile un carico massimo di 2 Kg. per mmq., e che il muro di fondazione che su di esso deve appoggiare, comporti per il suo peso e per quello delle strutture del fabbricato ad esso appoggiate, un carico complessivo, per ogni metro di lunghezza, di q.li 120.

Si vuol conoscere la larghezza della superficie di appoggio del muro stesso.

Occorre allo scopo aver presente, che per ciascun metro di fondazione, il carico complessivo che il terreno deve sopportare è di q.li 120 e cioè di Kg. 12.000; quindi se ciascun cm.² di terreno ne porta due di questi Kg., sarà necessaria per ogni metro di lunghezza, una superficie d'appoggio di 6.000 cm.².

Per ottenere che una superficie rettangolare di un metro di lunghezza, abbia un'area di cm.² 6.000, sarà necessario (avendo presente che l'area di un rettangolo è uguale al prodotto dei due lati) che tale superficie abbia la larghezza di cm. 60, ricavabile dividendo l'area del rettangolo per la sua lunghezza.

Infatti: $6.000 : 100 = 60$ cm.

NOZIONI DI EDILIZIA

Le murature delle ordinarie fabbriche comprendono in generale: le fondazioni, i muri del sotterraneo ed i muri di elevazione. I muri del sotterraneo e quelli di elevazione si distinguono, alla loro volta, in muri maestri o di telaio ed in muri

sottili o di tramezzo. I primi servono a limitare il perimetro della fabbrica ed a scompartire l'area fabbricata reggendone le coperture, mentre i secondi servono a scompartire ulteriormente, con strutture leggere, il telaio dei muri maestri, per una migliore utilizzazione della fabbrica.

Riservandoci di dare in seguito qualche più dettagliata notizia circa l'edilizia antincendi, esaminiamo ora brevemente i diversi elementi costitutivi di una fabbrica.

FONDAZIONI

Le fondazioni si distinguono in diversi tipi, a seconda della maggiore o minore profondità del fondo solido di appoggio, ovvero della sua maggiore o minor compattezza.

Fondazioni ordinarie.

Il caso più favorevole per le fondazioni si ha quando il fondo solido si trova alla profondità di m. 0,60-1,50 dal piano inferiore dell'edificio. I muri di fondazione, i quali si incastrano in tal caso entro una fossa continua, seguono il tracciato del sovrastante muro di elevazione; essi vengono preferibilmente costruiti con calcestruzzo. Raggiunto col fondo della fossa il terreno solido, su questo viene disteso il calcestruzzo a strati orizzontali). Talvolta per rendere più compatto e resistente il terreno di appoggio, vengono conficcati in esso dei pali in legno più o meno fitti a seconda della sua resistenza.

Fondazioni su archi e pilastri.

Si usano quando il fondo solido è a notevole profondità; in questo caso le fondazioni continue non convengono più, perché richiederebbero scavi e murature eccessivi.

Si raggiunge in tal caso il fondo solido con pozzi verticali, intervallati lungo le linee dei muri maestri, si riempiono poi tali pozzi, generalmente di calcestruzzo, in modo da avere altrettanti pilastri, e si collegano questi con arconi, i quali, opportunamente livellati, offrono una base continua alla muratura sovrastante.

Fondazioni su cemento armato.

Fra le applicazioni importanti del cemento armato sono da annoverarsi le fondazioni, che si possono ottenere nei tre tipi seguenti: su piastre, su piattabande e su platea.

Quando in una costruzione in cemento armato si abbia terreno di fondazione buono, si adotta la fondazione a piastre, cioè ciascun pilastro riceve una sua particolare fondazione in forma di lastra o piastra di calcestruzzo, armata con tondini di ferro (fig. n. 93).

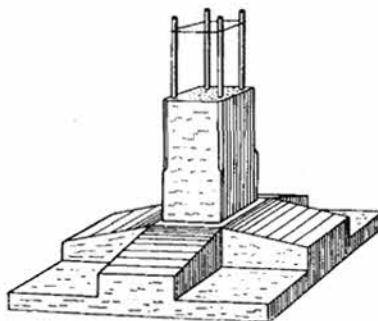


FIG. 93

Per le fondazioni sotto ordinari muri continui, in terreni poco resistenti, si usa stendere, sul fondo delle singole fosse di fondazione, in luogo della semplice platea di calcestruzzo, una piattabanda in cemento armato, del tipo indicato in figura.

Se l'edificio è in cemento armato, ed il terreno di fondazione è molto cedevole, si adotta la fondazione con platea in cemento armato; essa consiste in una piattaforma generale di limitato spessore, rinforzata da piattabande principali sotto i muri e da altre nervature secondarie intermedie.

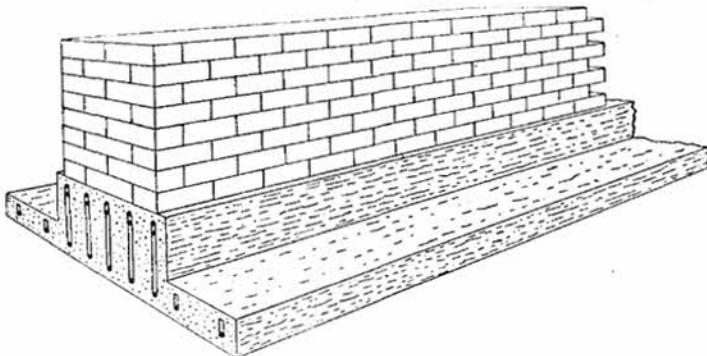


FIG. 94

OSSATURA DEGLI EDIFICI

L'ossatura di un edificio è costituita dai *muri maestri* che vanno dalle fondazioni alla copertura. Diconsi *muri di fondazione* quelli che si trovano sotto il livello del piano di campagna: essi hanno in generale uno spessore maggiore dei muri maestri o di elevazione.

L'ossatura di un edificio, può essere in pietra naturale, squadrata o no, oppure in laterizio o in cemento armato.

Allo scopo di collegare i muri maestri, spesso si costruiscono dei cordoni di cemento armato all'altezza dei solai di ogni piano, chiamati *cinture* o *piattabande*.

Per le costruzioni di una certa importanza, al fine di assicurarsi, in caso di incendio, che le fiamme non si propaghino a tutto l'edificio, si costruiscono dei muri maestri senza aperture, che generalmente vengono sopraelevati oltre la copertura dell'edificio.

Tale tipo di muro si dice *tagliafuoco* e deve avere uno spessore minimo di almeno 25-40 cm., a seconda dei casi.

In un edificio si riscontrano inoltre i così detti muri *sottili* o *di tramezzo*, costruiti in genere con mattoni forati che non hanno funzione di sostegno, ma soltanto lo scopo di separare fra loro gli ambienti.

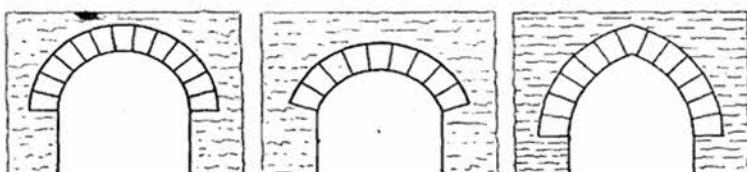
ARCHI E VOLTE

Archi.

Servono a chiudere superiormente i vani e le aperture esistenti nei muri, sorreggendo la muratura sovrastante, o più in generale, scaricando le sottostanti strutture dal peso di cui sarebbero gravate.

I blocchi di muratura su cui l'arco è appoggiato, diconsi *spalle* o *piedritti*. In un arco sono specialmente da considerare: *l'estradosso* e *l'intradosso*, vale a dire le due superfici, una convessa e l'altra concava, che lo limitano al di sopra ed al di sotto; ed inoltre il *sesto* dell'arco, cioè la particolare forma della sua curvatura.

Gli archi variano in relazione alla forma della linea di sesto; di uso più comune sono quelli a *tutto sesto* (fig. 95) che si dicono anche a *sesto circolare* e quelli a *sesto scemo* (fig. 96). Si impiegano anche talora archi a *sesto acuto* (fig. 97).



FIGG. 95 - 96 - 97

Volte.

La volta è, come l'arco, una struttura murale curva che serve a coprire gli spazi compresi fra i muri. Il tipo di volta più comune è la *volta a botte*, che si distingue in retta ed obliqua, a seconda che il vano ricoperto sia a pianta rettangolare oppure di altra forma.

La *volta a vela* si usa per ricoprire ambienti a forma poligonale ed ha l'aspetto di un fazzoletto fissato ai vertici del poligono e rigonfio nella parte centrale.

Vi sono molte altre specie di volte, quali ad esempio: la *volta a crociera*, la *volta a padiglione*, la *volta a schifo* e la *volta a lunette*. Per tutte le specie, tanto di archi come di volte, si può verificare una spinta verso le spalle di sostegno, spinta che tende a rovesciare le spalle stesse. Qualora le spalle non abbiano sufficiente robustezza per contenerla, si provvede ad eliminare la spinta per mezzo di un tirante di ferro, che chiamasi *catena*.

SOLAI

Si chiamano solai le strutture che servono, in luogo delle volte, a coprire le stanze ed a portare pavimenti e soffitti. Le strutture di solaio sono diverse, a seconda dei materiali di cui sono costituite, come pure della loro ampiezza e dell'entità del carico cui devono resistere. Giova distinguere tre principali categorie di solai: ordinari, in ferro con laterizi ed in cemento armato.

Solai ordinari.

Vengono generalmente costruiti con travetti di legno di dimensioni diverse, reggenti un manto di copertura, su cui poggia il pavimento. Quando uno di tali travetti corrisponde ad una canna fumaria, occorre evitare di introdurre il travetto stesso nella muratura della canna, e provvedere in altro modo al suo appoggio; perchè diversamente esso, come sovente accade, potrebbe dar origine ad un incendio.

I solai ordinari in legno sono leggeri e di facile allestimento. Un tempo erano molto usati, ma ora lo sono assai meno, dato l'accresciuto costo del legname e la scarsa resistenza e durata in confronto agli altri tipi, senza contare il maggior pericolo di incendio che essi presentano.

Solai in ferro e laterizi.

Sono costituiti da putrelle in ferro a T o a doppio T, distanti fra loro circa un metro e collegate con tavelloni forati o con voltine di mattoni, chiamate *volterrane*. (Figg. 98 e 99).



FIG. 98

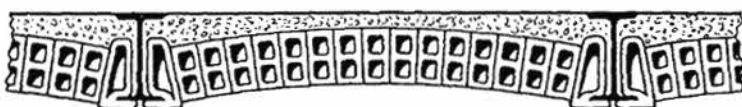


FIG. 99

Per la costruzione di tali voltine vengono anche usati laterizi speciali. Questi solai trovano impiego sia nelle costruzioni civili come in quelle industriali e sono abbastanza resistenti al fuoco.

Solai in cemento armato.

Constano di nervature in cemento e tondini di ferro a distanza variabile, collegati dalla soletta anch'essa armata con tondinella (fig. 100). I solai in cemento armato si usano per ambienti anche di amplissima misura. Essi possono essere a nervature semplici o incrociate. I solai in cemento armato resistono meglio degli altri ai pesi ed al fuoco e sono quindi più diffusi, specialmente nelle costruzioni industriali. Non bisogna

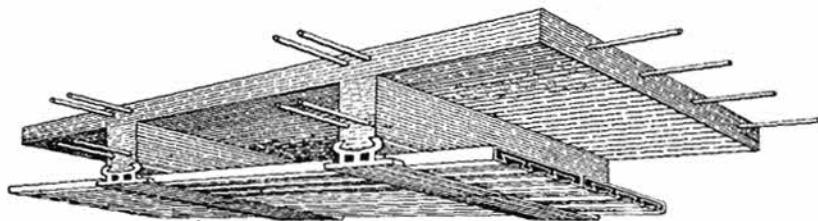


FIG. 100

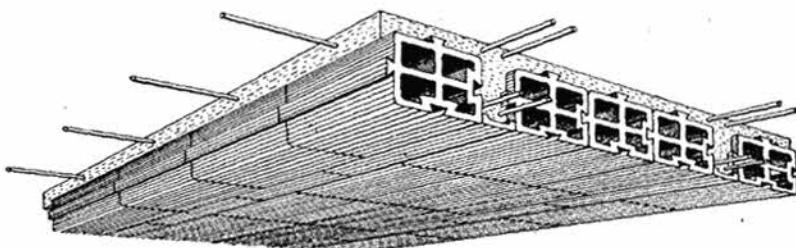


FIG. 101

confondere detti solai con quelli moderni in laterizio armato, che sono costituiti da mattoni forati speciali e da tondini in ferro acciaioso, incorporati nei mattoni con un leggero strato di cemento (fig. 101).

Di tali solai esistono molte varietà, ma in genere servono per piccole luci, sopportano carichi minori dei solai in cemento armato e sono anche meno resistenti al fuoco.

Dicesi tetto il complesso delle strutture destinate a coprire una fabbrica. Ogni tetto è composto: di un'ossatura in legno o ferro, detta grossa armatura, dell'orditura o armatura minuta e del materiale di copertura. I tetti degli edifici ordinari sono generalmente disposti a facce piane inclinate, dette *falde*, le quali terminano, verso l'esterno, con una linea orizzontale, detta *linea di gronda*.

Chiamasi *colmo* del tetto, lo spigolo orizzontale di intersezione di due falde che partono da due linee di gronda opposte e parallele; diconsi *displuvi* gli spigoli di incontro delle falde, *compluvi* invece gli spigoli d'incontro delle falde le cui linee di gronda s'incontrano ad angolo rientrante. Lungo il comignolo ed i displuvi le acque di pioggia si separano, lungo i compluvi si riuniscono.

I tetti ad una falda non convengono che ad edifici di importanza secondaria, addossati ad altre costruzioni. Ordinariamente si usano i tetti a due falde e i tetti a quattro falde; viene talora anche usato il tetto a *crociera*, che comporta otto falde.

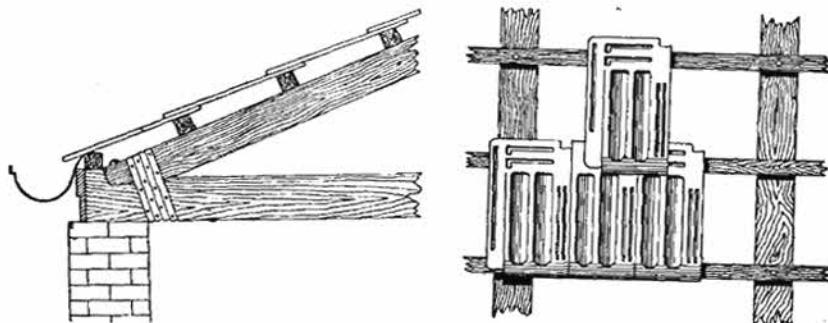
L'inclinazione delle falde del tetto varia specialmente col clima; essa è accentuata nelle regioni ad alta nevosità e piovosità, minore invece dove dominano i venti.

L'ossatura dei tetti comuni si forma generalmente con travi, dette *puntini* o *arcarecci*, che si dispongono a distanza di tre o quattro metri l'una dall'altra, nel senso della pendenza della falda, e con travi alquanto più piccole, dette *correnti* o *terzere*, che si dispongono trasversalmente ai puntini sui quali trovano appoggio. Nelle tettoie, ed in genere negli edifici cui manchi il muro longitudinale mediano, su cui appoggiare i puntini, l'armatura del coperto viene sostenuta mediante strutture speciali, costruite comunemente in legno, in ferro, in cemento armato o miste, dette *capriate* o *incavallature*.

L'armatura minuta dei tetti si fa con travicelli detti anche *murali* o *correnti*, di legno dolce, chiodati sul colmo e sulle successive terzere dell'ossatura.

I materiali di copertura più in uso sono i seguenti: tegole curve a canale, tegole piane tipo marsigliese o parigino, lastre in pietra, lastre in pietra artificiale dette ardesie artificiali (Eter-

nit e simili), lamiere metalliche lisce od ondulate. Le figg. 102 e 103 rappresentano un tetto con tegole marsigliesi sostenuto da una struttura leggera in legno. Vengono usati nelle costruzioni moderne anche i tetti piani e curvi in cemento armato ed in laterizio armato.



FIGG. 102 - 103

SCALE

Le scale servono a mettere in comunicazione i differenti piani di un edificio. In una scala si distinguono: i gradini o scalini, che presentano una faccia verticale detta *alzata* e una orizzontale detta *pedata*, nonchè i pianerottoli o ripiani.

L'insieme degli scalini, compresi tra due pianerottoli successivi, dicesi *rampa* o *branca* di scala. Le scale possono essere esterne od interne; le interne si distinguono in scale principali, riservate alle case signorili e ad edifici pubblici importanti, scale ordinarie e scale di servizio.

Si hanno diverse strutture di scala, poichè i gradini ed i ripiani possono essere incastrati ad un'estremità e reggersi a sbalzo, oppure trovare appoggio all'altro capo su volte o su ferri, o infine appoggiarsi sul muro ad entrambi gli estremi.

La brevità della trattazione non consente di diffondersi sui vari sistemi di costruzione delle scale; si rileva tuttavia l'importanza delle scale in cemento armato, oggi assai usate, perchè congiungono ad una maggior resistenza, sia al carico come all'azione del fuoco, la possibilità di risolvere, con eleganza di struttura, notevoli difficoltà statiche.

XIII.

STATICHE E DINAMICA DEI FLUIDI

DEFINIZIONI

L'idraulica è quella parte della fisica che tratta del comportamento dei corpi allo stato liquido.

Essa a sua volta si divide in idrostatica ed in idrodinamica.

L'idrostatica si occupa delle leggi e delle caratteristiche che i liquidi presentano quando sono in quiete. Allorquando invece i liquidi si muovono, come si muove l'acqua che viene spinta verso l'incendio nell'interno dei tubi di canape, le leggi relative che trattano di tale movimento e degli effetti che ne conseguono, fanno parte dell'idrodinamica.

Parimenti l'aerostatica e l'aerodinamica trattano rispettivamente delle leggi che regolano lo stato di quiete e di moto dei gas.

Per semplicità e per maggior chiarezza, si tratterà in queste note non solo del comportamento delle sostanze liquide, ma anche dei gas, e cioè di tutte le sostanze fluide in generale.

PREMESSA SULLO STATO FISICO DEI CORPI

I corpi si presentano in natura in tre stati fisici ben definiti: solido, liquido ed aeriforme.

Lo stato solido è quello normale degli oggetti d'uso: una costruzione, una macchina, una matita, son corpi solidi. Essi hanno forma ben definita e difficilmente modificabile.

Lo stato liquido è quello presentato dall'acqua, dalla benzina, dal latte ecc., ed è caratterizzato principalmente dalla sua fluidità; essa consente ai liquidi di assumere la forma di un qualsiasi recipiente che li contenga.

In seguito si parlerà delle principali caratteristiche di questo stato.

Lo stato aeriforme è quello dell'aria che noi respiriamo; l'ossigeno, l'idrogeno, l'azoto, l'anidride carbonica, l'ossido di carbonio ed altri gas numerosi, si presentano pure normalmente allo stato aeriforme.

Questo stato gassoso dei corpi è di percezione più difficile degli altri due sopraccennati, perché i gas, specie se sono inodori e trasparenti, sfuggono, data la loro estrema leggerezza e fluidità, al controllo dei nostri sensi.

Come in altra parte è stato detto più diffusamente, un corpo in natura non si presenta in un unico stato, ma può cambiare, quando si modifichino le condizioni in cui esso si trova, e particolarmente la sua temperatura e la pressione cui è sottoposto.

COMPRESSIBILITÀ DEI CORPI IN GENERE E DEI FLUIDI IN PARTICOLARE

I corpi, quando vengono compressi, diminuiscono solitamente di volume, in misura diversa a seconda del loro stato e della pressione cui vengono sottoposti. I gas in particolare si comprimono con facilità; basti dire che in una bombola di acciaio del volume di dieci litri, è possibile comprimerne, con una forte pressione, un volume d'aria superiore a mille litri.

La legge sulla compressibilità degli aeriformi è stata scoperta e verificata dai due fisici Boyle e Mariotte e perciò si chiama legge di Boyle-Mariotte. Essa dice che: *a temperatura costante, il volume di un gas è inversamente proporzionale alla pressione cui esso viene sottoposto.* Pertanto raddoppiando la pressione di un gas, il suo volume si riduce alla metà.

Anche i corpi solidi sono, in misura diversa, comprimibili.

A tutti è noto infatti che il sughero e la gomma facilmente si comprimono: anche il legno, il cartone ed altre simili sostanze, possono venire compressi, ma in misura minore; i metalli in genere si comprimono ancor meno. In genere un corpo solido si comprime tanto più, quanto più è poroso, ossia presenta pori o spazi vuoti nell'interno della sua massa.

I liquidi invece sono pochissimo comprimibili.

È stato ad esempio rilevato che, comprimendo l'acqua in un recipiente, il suo volume si riduce di un ventiduemillesimo per ogni aumento di pressione pari ad un'atmosfera.

Occorrono perciò 22 atmosfere per ridurre di un litro il volume di un metro cubo d'acqua.

ORIZZONTALITÀ DEL LIVELLO DEI LIQUIDI VASI COMUNICANTI

I liquidi tendono a presentare in superficie un livello orizzontale. L'acqua in un bicchiere è superiormente piana; la superficie di un lago si presenta alla vista, perfettamente liscia ed orizzontale. Ciò significa che, a differenza dei corpi solidi i quali hanno una forma propria, i liquidi tendono invece ad assumere la forma del recipiente che li contiene ed a presentare in superficie una forma piana.

Questo comportamento dei liquidi facilmente si comprende: esso è dovuto al loro peso ed alla fluidità.

Il loro peso li obbliga a tendere al basso, mentre la fluidità consente loro di ubbidire nel miglior modo a questa legge, abbassandosi il più possibile ed assumendo in superficie la forma piana.

Le increspature e le onde del mare non contraddicono la norma enunciata, perchè esse sono dovute al movimento dei venti o comunque all'intervento di una causa esterna.

Anche in diversi recipienti, posti fra loro in comunicazione, il livello si presenta unico ed orizzontale.

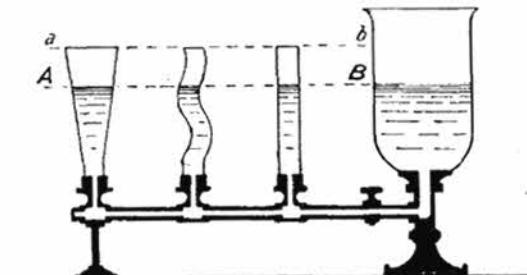


Fig. 104

Esso è indicato nella fig. 104 dalla linea A B.

Se nel recipiente più grande si aggiunge dell'acqua, il livello cresce in esso come in tutti gli altri, gradatamente, ed allorquando viene raggiunto il livello a b, l'acqua trabocca ed

esce dai tubi più piccoli, in comunicazione col maggiore attraverso al tubo di collegamento e di sostegno che trovasi in basso.

Dalle sorgenti l'acqua esce normalmente in forza di questo principio, e lo stesso può dirsi per l'acqua che defluisce da un tubo collegato con un serbatoio; in quest'ultimo caso l'acqua, per quanto è stato detto continuerà a defluire, fintantochè il livello di essa nel serbatoio risulterà superiore a quello della bocca di uscita.

Sul principio dell'orizzontalità del livello dei liquidi, sono anche basati alcuni apparecchi scientifici e tecnici, quali il livello ad acqua e la comune livella da muratore a bolla d'aria.

LIVELLO DELLE SOSTANZE AERIFORMI

A differenza delle sostanze liquide, quelle gassose od aeriformi non presentano una superficie superiore di livello.

Ciò soprattutto dipende dalla loro estrema leggerezza.

Raffrontando ad esempio il peso di due sostanze tipiche in natura quali l'acqua e l'aria, l'asserzione accennata trova ampia conferma, perchè un metro cubo d'acqua pesa 1000 Kg., mentre invece un pari volume d'aria, a 0° ed alla pressione atmosferica, pesa soltanto 1 Kg. e 293 grammi.

Inoltre i gas tendono naturalmente ad espandersi, in conseguenza del rapidissimo moto delle particelle che li compongono.

È per questi due motivi combinati che un aeriforme, introdotto in un recipiente, ne occupa in breve tutto il volume interno, distribuendosi uniformemente.

Allo stesso modo dell'acqua che copre una gran parte della superficie della terra, i gas sono in natura diffusissimi; l'aria occupa intorno a noi tutto lo spazio non occupato da sostanze solide o liquide. La terra è infatti sommersa in un enorme oceano di aria, avente lo spessore di alcune diecine di chilometri.

Noi viviamo e ci muoviamo al fondo di esso. Se l'aria fosse più pesante, il suo stesso peso, per effetto della legge di Boyle-Mariotte la comprimerebbe moltissimo, e pertanto il suo spessore ne risulterebbe assai ridotto. L'azione del peso è tuttavia sensibile anche nell'aria; ne è prova il fatto che essa risulta assai più compressa vicino alla superficie del mare che in vetta alle montagne.

Se così non fosse, l'aria si disperderebbe nel vuoto intersiderale, e cioè nell'immensità dello spazio che circonda la terra, il sole e tutte le stelle.

Invece essa, attirata dalla terra per effetto del suo peso, le forma intorno come un enorme manto impalpabile.

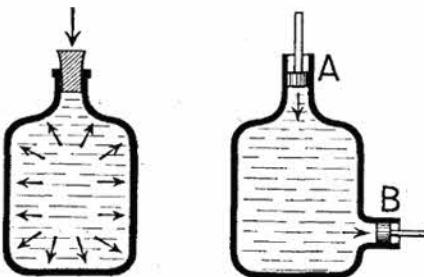
A differenza però dell'acqua, il manto gassoso che circonda la terra, non termina al di sopra con una superficie perfettamente piana e ben definita, ma presenta un contorno vago e sfumato, continuamente turbato dai moti dovuti alla rotazione della terra ed al calore solare.

PRINCIPIO DI PASCAL

Il fisico Pascal ha dimostrato che la pressione cui un liquido è soggetto, si trasmette egualmente in tutte le direzioni.

Se si prende una bottiglia completamente piena d'acqua, e si comprime quest'acqua disponendo un tappo nel collo della bottiglia e premendo su di esso, l'acqua viene compressa e, in analogia alla legge di Pascal, tutta l'acqua contenuta nella bottiglia riceve la medesima compressione, ed a sua volta, con pari intensità, comprime in ogni direzione le pareti della bottiglia. Se pertanto sul tappo viene esercitata la pressione di 1 atmosfera, corrispondente ad 1 Kg. e 33 grammi per ogni centimetro quadrato della superficie del tappo, tutta l'acqua all'interno rimane compressa alla medesima pressione, ed ogni cmq. della superficie interna della bottiglia è parimenti soggetto ad una pressione di 1 Kg. e 33 grammi, diretta nel senso delle frecce segnate nella figura 105.

Se al posto del tappo viene collocato e premuto uno stantuffo *A*, come nella fig. 106, lo stantuffo di pari diametro *B*, verrà sospinto verso l'esterno colla medesima forza; se invece lo stantuffo *B* avesse una superficie doppia di quella in *A*, la forza che lo sospingerebbe all'esterno sarebbe, per il principio di Pascal, doppia di quella esercitata in *A*.



FIGG. 105 - 106

Su questo concetto è basato il torchio idraulico.

Supponiamo, come è indicato nella fig. 107, che in un robusto cilindro metallico di largo diametro e pieno d'acqua, scorra un piatto (*A*) di acciaio a base cilindrica (*B*). Sulla parete in basso lateralmente venga applicato un piccolo e robusto stantuffo (*C*). Poniamo che lo stantuffo *C* abbia la superficie di 1 cmq. e che sulla sua asticciola venga esercitata una forza di 10 Kg. L'acqua del cilindro verrà conseguentemente compressa alla pressione di quasi 10 atmosfere, e la base cilindrica del piatto, verrà pertanto sospinta verso l'alto da una forza di 10 Kg. per ogni cmq. Quindi, se la superficie di questa base fosse di 1000 cmq., la pressione di spinta verso l'alto sarebbe di $10 \times 1000 = 10.000$ Kg. e cioè di 100 q.li.

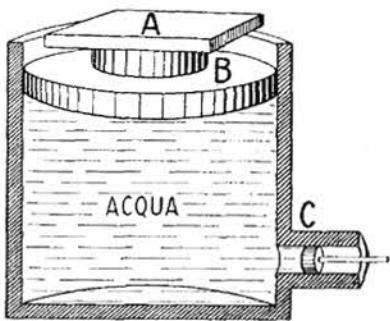


FIG. 107

Ognuno comprende che tale forza enorme può essere, nelle applicazioni industriali, agevolmente sfruttata per comprimere determinati oggetti fra il piatto d'acciaio ed un piano duro e fisso collocato superiormente.

Nei torchi idraulici industriali, l'acqua è di regola posta superiormente ed il piatto viene perciò spinto in basso.

Anche in una sostanza gassosa, la pressione esercitata in un punto della massa si distribuisce uniformemente; tuttavia un torchio, come quello rappresentato in figura, con una sostanza gassosa sarebbe praticamente irrealizzabile a cagione della compressibilità dei gas e del riscaldamento che in essi si produce per effetto della compressione.

PRESSIONE INTERNA DEI LIQUIDI

Se si immerge un dito nell'acqua non si avverte alcuna sensazione di schiacciamento; è invece noto a tutti che un sottomarino non può raggiungere che la profondità di un centinaio di metri, altrimenti la pressione fortissima dell'acqua che preme sul suo scafo in tutte le direzioni, come è indicato dalle frecce nella fig. 108, finirebbe per schiacciarlo.

Per comprendere chiaramente il fenomeno, immaginiamo di trovarci sul fondo di un lago a m. 100 di profondità.

I cento metri di massa d'acqua soprastanti indubbiamente pesano, perchè l'acqua è assai pesante, e comprime il terreno intorno a noi. Ogni cmq. di terreno viene infatti compresso dal peso di una colonna d'acqua alta m. 100 ed avente la sezione di 1 cmq.; sono in totale 10.000 centimetri cubi d'acqua, che corrispondono al volume di 10 litri ed al complessivo peso di 10 Kg. Concludendo, la pressione esercitata dall'acqua su un cmq. di terreno è di 10 Kg. e cioè di quasi 10 atmosfere.

Anche su ogni cmq. della nostra persona verrà esercitata una simile pressione, ma ciò non soltanto sulle spalle e sulla

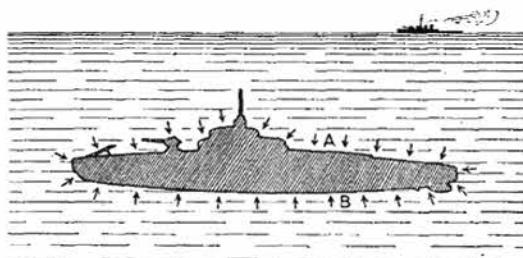


FIG. 108

testa, e cioè sulla parte del corpo volta verso l'alto, ma anche su ogni altra parte della persona.

Ciò dipende dal fatto che il liquido compresso, per effetto della sua fluidità, preme in tutte le direzioni, come è affermato dal principio di Pascal.

In ciò sta, nell'uso pratico, la differenza fra peso e pressione, e cioè fra il peso di un corpo solido che ci grava sulle spalle e la pressione che un fluido, liquido o gas, esercita intorno a noi in tutte le direzioni.

La pressione dell'acqua nell'esempio citato, non agisce soltanto sul terreno di fondo, ma in qualsiasi direzione e con intensità tanto maggiore, quanto maggiore è la profondità dell'acqua, perchè coll'aumentare della profondità cresce il peso dell'acqua posta superiormente.

Pertanto su un corpo immerso, la pressione non agisce solamente sulla sua faccia superiore, ma anche sui lati e nella parte sottostante, come è raffigurato dalle frecce nella fig. 108.

Se si considerano tuttavia le pressioni esercitate sui due punti *A* e *B* del sottomarino, schematicamente rappresentato nella figura stessa, in base alle nozioni già esposte, è possibile affermare che, essendo la profondità del punto *B* maggiore di quella del punto *A*, sarà la pressione in *B* maggiore che in *A*. Allo stesso modo tutti i punti della superficie inferiore saranno sottoposti ad una pressione maggiore dei punti superiori corrispondenti. Pertanto il sottomarino, da tutte queste piccole spinte sommate, viene sollecitato verso l'alto e tende a portarsi alla superficie, a meno che il suo peso, aggiunto all'eventuale zavorra d'acqua trasportata, non uguagli o superi la spinta accennata.

Lo stesso avviene per tutti i corpi immersi nell'acqua.

PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

L'accertamento dell'entità della spinta che sollecita i corpi immersi a tornare in superficie, è stato fatto, fin dai tempi

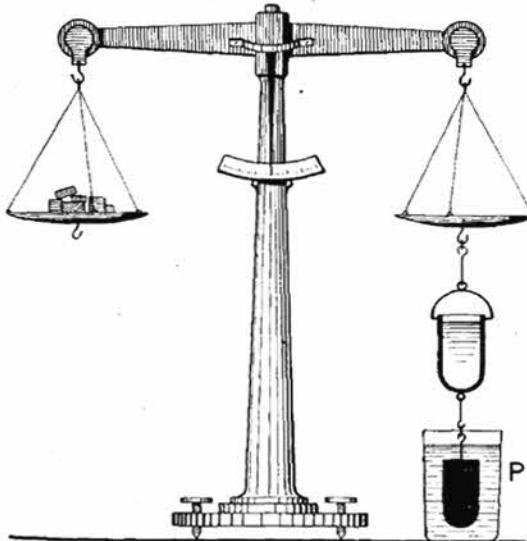


FIG. 109

antichi, da Archimede, che con la sua legge famosa ha precisato che *un corpo, immerso nell'acqua, riceve una spinta dal basso verso l'alto, pari al peso del liquido spostato*, e cioè del liquido di cui il corpo immerso ha preso il posto.

La medesima legge vale anche per i corpi parzialmente immersi.

Una nave ad esempio, del peso di 10.000 tonnellate, si immerge nell'acqua di quanto occorre per spostare un volume di acqua di 10.000 metri cubi, che pesa per l'appunto 10.000 tonnellate. Per l'esattezza conviene osservare che l'acqua marina, ricca di sali, pesa circa 1026 Kg. per mc.

Il principio di Archimede è anche facilmente ed esattamente dimostrabile con un esperimento di laboratorio.

Poniamo di prendere a questo scopo una bilancia del tipo indicato nella figura 109 e di ottenerne l'equilibrio sospendendo sotto uno dei suoi piatti un cilindro cavo vuoto ed uno pieno di ugual volume P , e ponendo dei pesi sull'altro piatto.

Si prenda poi un recipiente di vetro pieno d'acqua e si immerge in essa il cilindro pieno P , nel modo che appare in figura.

Per effetto dell'immersione, la bilancia si abbasserà bruscamente dalla parte opposta, come se i due cilindri si fossero alleggeriti; ciò dipende dalla spinta verso l'alto impressa dall'acqua al cilindro immerso, spinta esattamente eguale al peso di un volume d'acqua eguale al cilindro stesso.

Difatti, riempiendo d'acqua il cilindro vuoto, che ha un volume interno eguale a quello del cilindro immerso, l'equilibrio della bilancia viene prontamente ristabilito.

GALLEGGIAMENTO DEI CORPI

I corpi immersi nell'acqua ricevono, per il principio di Archimede, una spinta verso l'alto eguale al peso del liquido spostato.

Tutti i corpi sono però soggetti anche ad un'altra spinta verso il basso dovuta al loro peso. Quale di queste due forze contrarie prenderà il sopravvento?

Non è difficile rispondere.

Basta infatti riflettere che la prima delle due forze è in rapporto col volume dell'acqua spostata e quindi col volume del corpo, mentre la seconda è dovuta al peso del corpo. Perciò i corpi di grande volume e di peso piccolo tendono a galleggiare, mentre quelli di piccolo volume e di peso notevole affondano. L'equilibrio si verifica quando il corpo pesa per unità di volume esattamente come l'acqua e cioè quando ha un peso specifico uguale a quello dell'acqua. (Il *peso specifico* di un

corpo è dato dal peso dell'unità di volume e cioè dal peso di un metro cubo del corpo stesso).

Ove si tenga presente che l'acqua ha un peso specifico di 1000 Kg., vale a dire che un metro cubo d'acqua pesa 1000 Kg., potrà agevolmente concludersi che galleggeranno ad esempio i seguenti corpi, aventi peso specifico inferiore a 1000: benzina, Ps. circa 725; alcool, Ps. 797; legno resinoso verde, Ps. circa 850; ghiaccio, Ps. 920, ecc.; mentre viceversa affonderanno i corpi seguenti: cemento, Ps. circa 1120; ferro, Ps. circa 7800; rame, Ps. circa 8800; piombo, Ps. circa 11300; oro, Ps. 19500; platino, Ps. 21300.

Un corpo più leggero dell'acqua naturalmente si immerge fintantochè il suo peso complessivo uguaglia quello del liquido spostato dalla parte del corpo immersa. Sono fondati su questo principio gli arcometri e gli alcoolometri, e cioè quegli strumenti a galleggiamento fabbricati per la misurazione della densità di un liquido.

Essi sono provvisti, al di sopra, di un cannello di vetro graduato, e la loro immersione nel liquido, di cui si vuole misurare la densità — immersione che è tanto maggiore quanto più leggero è il liquido stesso — viene rilevata sulla graduazione del cannello.

PRESSIONE INTERNA DEI GAS - PRESSIONE ATMOSFERICA

Parlando del livello degli aeriformi, si disse che l'aria è più compressa vicino alla superficie del mare che non in vetta alle montagne, perchè in questo secondo caso è minore lo spessore della massa d'aria soprastante e quindi è minore il peso di essa.

L'aria, fu detto, sommerge la terra come un immenso oceano e noi viviamo e camminiamo sul fondo di esso. Perciò come sentiremmo la pressione dell'acqua soprastante se camminassimo in fondo al mare, così, camminando sulla superficie della terra, siamo soggetti alla pressione della massa d'aria che circonda e sommerge la terra.

Questa pressione dicesi pressione atmosferica; essa, misurata alla superficie del mare, con aria calma ed alla temperatura di 0°, corrisponde a 1 Kg. e 33 gr. per cmq. Tale pressione venne adottata come unità di misura col nome di *atmosfera*.

L'uomo e gli altri animali terrestri, vivono e si muovono, nonostante questa elevata pressione, perchè essa si esercita in tutte le direzioni, sia all'esterno che all'interno degli organismi viventi, ed inoltre perchè essi sono da millenni abituati a questa pressione, cui non potrebbero, senza danno, rinunciare.

L'esistenza della pressione atmosferica è dimostrata da numerosi apparecchi di laboratorio. Uno dei più semplici è rappresentato dai così detti *emisferi di Magdeburgo* che consistono in due mezze sfere, cave all'interno e perfettamente combacianti ai bordi. L'interno a mezzo di un foro, chiuso dal rubinetto segnato in figura, è posto in comunicazione con una pompa adatta per fare il vuoto. Se i due emisferi vengono l'uno sull'altro appoggiati, noi li possiamo agevolmente staccare, perchè la pressione dell'aria si esercita tanto all'esterno come nello spazio interno.

Se invece, quando i due emisferi sono combacianti, l'aria dall'interno viene tolta, occorre un grandissimo sforzo per staccarli uno dall'altro, perchè in questo secondo caso la pressione atmosferica preme soltanto sulla loro superficie esterna.

Anche per gli aeriformi vale la legge di Archimede, perchè un corpo immerso nell'aria riceve una spinta verso l'alto eguale al peso dell'aria spostata..

Quindi un corpo più leggero dell'aria tenderà a salire, ed uno più pesante, precipiterà a terra.

A questo principio è dovuta la forza di sostentamento dei palloni aerostatici; essi, gonfiati con gas leggerissimi, quali l'idrogeno e l'elio, riescono, nonostante il peso del tessuto e della navicella, a salire, perchè il peso dell'aria spostata è superiore al peso complessivo del pallone con accessori e del gas contenuto.

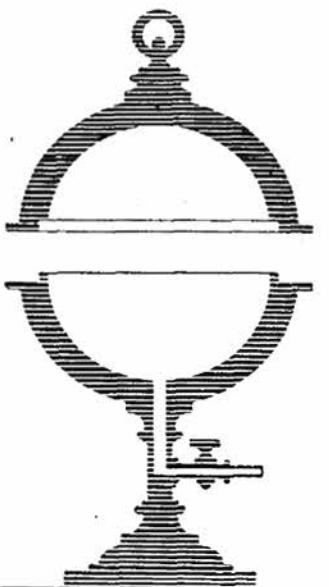


FIG. 110

L'unica importante differenza fra il comportamento dei liquidi e quello degli aeriformi, è dovuta alla diversa, e già notata, comprimibilità di essi.

Essendo i liquidi praticamente incompressibili, il peso di un metro cubo di liquido si mantiene pressochè costante, anche se il liquido viene sottoposto ad una forte pressione. Quindi il peso specifico dell'acqua in fondo al mare, è pressochè eguale al peso dell'acqua in superficie.

Altrettanto non può dirsi per gli aeriformi.

Per essi vale la legge di Boyle-Mariotte, e perciò, raddoppiando la pressione cui un gas è sottoposto, il suo volume si riduce alla metà, e di conseguenza il suo peso specifico si raddoppia.

È per questo che, giustamente, l'aria in montagna è ritenuta più leggera che non in pianura; in montagna infatti la pressione atmosferica è minore.

La vetta del monte più alto del mondo: l'Everest nel gruppo dell'Himalaia, alto m. 8882, non è mai stata finora raggiunta, perchè a quell'altezza l'aria è così leggera e rarefatta, da rendere assai difficile la respirazione per la scarsità dell'ossigeno in essa contenuto.

È noto infatti che a notevole altezza, per sopperire alla scarsità dell'ossigeno conseguente alla rarefazione dell'aria, occorre, durante lo sforzo della salita, una respirazione più frequente e profonda.

Anche la massima altezza di aspirazione ottenibile con le pompe, diminuisce con l'altitudine, perchè l'altezza massima di aspirazione teoricamente raggiungibile è pari alla pressione atmosferica espressa in metri d'acqua, e pertanto raggiunge al livello del mare la quota di ml. 10,33.

A 1000 m. di altitudine l'altezza teorica di aspirazione scende a ml. 9 circa, e quella massima praticamente realizzabile con una pompa efficiente, si riduce a meno di 8 metri.

MISURAZIONE DELLA PRESSIONE - MANOMETRI E BAROMETRI

Per misurare la pressione di un fluido, liquido o gas, si usano appositi strumenti detti manometri.

I tipi di manometro più comuni sono: il manometro ad aria libera, quello ad aria compressa ed infine il manometro metallico.

Per le pompe da incendio sono generalmente usati i manometri metallici del tipo segnato nella fig. 111, che ne rappresenta il congegno interno.

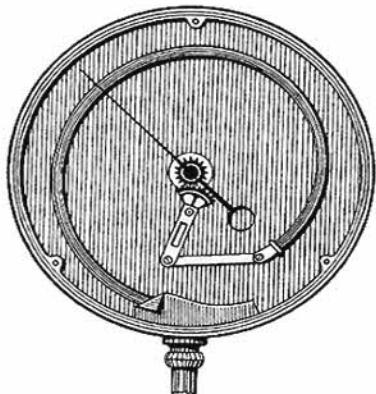


FIG. 111

Essi vengono usati mettendoli in comunicazione col liquido, di cui si intende misurare la pressione, a mezzo del raccordo sottostante.

Tale raccordo è pure in comunicazione col tubo a spirale interno, per cui, applicando il manometro sul tubo percorso dal liquido di cui si vuole misurare la pressione, il liquido stesso entra nel tubo metallico a spirale e vi esercita la sua pressione.

Essendo, in un tubo a forma di spirale, la superficie interna minore di quella esterna, la forza che preme verso l'interno e che tende a restringere la spirale, riesce minore di quella diretta all'esterno che tende ad allargarla.

Perciò la spirale, sotto l'effetto della pressione, si allargherà tanto più, quanto maggiore è la pressione che si vuol misurare.

A mezzo di una leva e di un ingranaggio, tale allargamento viene indicato su un quadrante graduato che ne permette la lettura.

La pressione di un fluido in movimento viene invece misurata con un manometro provvisto di un tubicino che viene introdotto nella vena liquida in moto.

L'acqua in rapido movimento, entra nello strumento attraverso al tubetto ed esercita la sua pressione sulla spirale interna del manometro nel modo precedentemente spiegato.

Tale apparecchio, assai usato presso i Corpi dei Vigili del Fuoco per misurare la pressione dell'acqua all'uscita dalle lan-

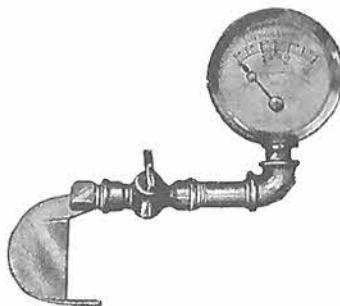


FIG. 112

cie, chiamasi *tubo* di Pitot (leggere: Pitò) ed è rappresentato dalla fig. 112. Le relative modalità d'uso sono riportate al termine del successivo capitolo (vedi fig. 140).

La pressione atmosferica viene invece misurata con uno speciale e semplice strumento detto *barometro*, che principalmente consiste in un tubo di vetro graduato e pieno d'mercurio.

La parte bassa del tubo (vedi fig. 113) è aperta ed immersa in una vaschetta di mercurio, mentre la parte alta è chiusa e vuota di aria. L'eliminazione dell'aria viene ottenuta nel modo più semplice. Basta, allo scopo, riempire il tubo completamente di mercurio, e poi, tenendo ben chiuso con un dito il foro di apertura, rovesciare il tubo ed immergerne l'estremo aperto nella vaschetta.

Togliendo in seguito il dito, il mercurio, per effetto del suo peso discende nel tubo; ma siccome superiormente, nella parte chiusa, con la discesa del mercurio si è prodotto il vuoto, esso arresterà la sua discesa nel punto in cui il peso della colonna di mercurio uguaglia la pressione atmosferica. Alla superficie del mare, dove la pressione dell'aria è pari ad un'atmosfera, l'altezza della colonna di mercurio è di 76 cm. e corrisponde, in peso, a ml. 10 e cm. 33 di acqua e cioè ad 1 Kg. e 33 grammi per cmq.

Lo spazio vuoto d'aria che si forma sopra il mercurio, è detto *vuoto torricelliano*, in onore del fisico Evangelista Torricelli che per primo eseguì questa esperienza.

PRESSIONE E VELOCITÀ DEI LIQUIDI E DEI GAS - CONCETTO DI CARICO

Prima di trattare delle pompe, è opportuna una premessa sulla pressione e sulla velocità dei fluidi.

Già è stato più volte chiarito il concetto di pressione; il concetto di velocità è chiaro e non abbisogna di spiegazioni.

Vediamo ora quali rapporti esistono, nei fluidi in movimento, fra la pressione e la velocità.

È questa una parte alquanto complessa e di comprensione



FIG. 113

più difficile, ma è utile soffermarvisi, per chiarire l'importante concetto del carico di un fluido.

Consideriamo allo scopo un recipiente cilindrico, simile a quello segnato nella fig. 114, e contenente dell'acqua compressa per mezzo di uno stantuffo.

In corrispondenza alla parte interna dell'orificio di uscita, l'acqua, oltre alla pressione dello stantuffo, risente anche della pressione dovuta al peso della colonna d'acqua *A B* soprastante. Perciò la pressione dell'acqua nella parte bassa del tubo è leggermente superiore a quella esistente nella parte alta.

Queste due pressioni rappresentano un'energia che l'acqua possiede, tant'è vero che l'acqua esce dal cilindro attraverso all'orificio con forza, perchè a ciò vi è spinta dalla forte pressione interna.

Questa pressione interna dicesi statica, perchè l'acqua all'interno può considerarsi ferma, e l'energia che l'acqua possiede, dicesi pure energia *statica o potenziale*.

La pressione statica considerata, è pertanto somma di due pressioni: l'una dovuta ad una forza esterna e l'altra all'altezza dell'acqua che chiamasi anche altezza geodetica.

Appena oltre il foro di uscita, l'acqua viceversa non ha più pressione, perchè liberamente può espandersi nell'aria (la pressione atmosferica non viene considerata, perchè agisce ovunque e perciò non modifica la legge del fenomeno); essa ha invece acquistato una velocità che prima non aveva; e perciò, in luogo della pressione statica, si parlerà qui di una pressione *dinamica*, dovuta al movimento del liquido, e misurabile con il tubo di Pitot, di cui si è già parlato.

L'energia statica o di posizione, posseduta dall'acqua nell'interno del cilindro, non è quindi andata perduta, perchè anche la velocità di un oggetto rappresenta dell'energia, meccanicamente utilizzabile per fare un lavoro; tant'è vero che, introducendo un dito nella vena fluida che esce con violenza dall'orificio, esso tende ad essere trascinato dall'acqua.

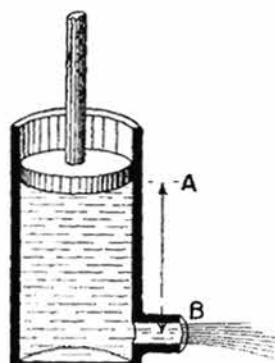


FIG. 114

È avvenuto pertanto — in omaggio al principio che *in natura l'energia non si crea e non si distrugge, ma sempre si conserva e si trasforma* — una trasformazione dell'energia: la pressione si è cambiata in velocità, l'energia statica o di posizione in energia dinamica o di movimento.

Si è prodotto, all'incirca, un fatto simile a quello del lancio di un proiettile per mezzo del cannone: prima dello scoppio, l'esplosivo contenuto nel cannone è ricco di energia potenziale; dopo lo scoppio, l'energia potenziale dell'esplosivo è andata, perduta, ma il proiettile, che prima era fermo, ha acquistato una formidabile energia dinamica.

Per quanto concerne l'acqua, il matematico Bernoulli ha tradotto questo principio di conservazione dell'energia, in una equazione, espressa dalla seguente legge che porta il suo nome: *la somma dell'altezza geodetica, della pressione statica espressa in colonna di liquido e della pressione dinamica* $\frac{v^2}{2g}$, *è costante in una vena fluida che non perda energia per attrito o per altri lavori esterni.*

Nell'equazione vengono considerate tre lunghezze:

1) l'altezza geodetica o sul livello del mare, cui l'acqua si trova;

2) la lunghezza della colonna d'acqua, capace di determinare alla sua base, e per effetto del suo peso, una pressione statica eguale a quella che effettivamente l'acqua considerata possiede;

3) la lunghezza della colonna d'acqua, che colla pressione esercitata alla sua base, praticando in prossimità alla base stessa un foro, spingerebbe l'acqua all'esterno con una velocità uguale a quella che effettivamente l'acqua possiede; la lunghezza di quest'ultima colonna, matematicamente si esprime con la formula $\frac{v^2}{2g}$, in cui v è la velocità dell'acqua espressa in metri al secondo, e g è l'accelerazione di gravità, pari al ml. 9,81 al minuto secondo per secondo, cui sono soggetti i corpi per effetto del loro peso.

La lunghezza della colonna che col suo peso o carico determina la pressione statica, dicesi anche carico statico dell'acqua; mentre la lunghezza della colonna che esprime la velocità che

l'acqua avrebbe uscendo alla sua base, dicesi carico dinamico dell'acqua.

Bernoulli, con la sua equazione, praticamente dimostra che, ove l'altezza a cui l'acqua si muove si mantenga immutata, ed inoltre non si verifichino disperdimenti di energia, la somma dei due carichi, statico e dinamico dell'acqua, si mantiene costante; perciò, se in una vena fluida, posta nelle accennate condizioni, uno dei due carichi cresce, l'altro deve necessariamente diminuire.

Quando invece l'acqua, nel suo movimento, sale oppure scende rispetto al livello del mare, l'uguaglianza stabilita da Bernoulli dimostra che nel primo caso l'acqua, dovendo superare un dislivello, diminuisce il suo carico complessivo statico e dinamico, mentre nel secondo caso l'acqua, discendendo, acquista per effetto della sua discesa o diminuzione di altezza, dell'altra energia, che va ad accrescere, con un aumento di velocità oppure di pressione, il carico complessivo dell'acqua considerata.

ESEMPI SULLE VARIAZIONI DEL CARICO

Cerchiamo di rendere più chiare le due accennate asserzioni con esempi pratici.

ESEMPIO N. 1. — Consideriamo dapprima un tratto della tubazione di canape che dalla pompa è diretta all'incendio, e supponiamo che la tubazione stessa, presenti nel tratto considerato un cambiamento di sezione del tubo, come appare dalla figura.



FIG. 115

La tubazione è ritenuta perfettamente orizzontale, e perciò è uguale, rispetto al livello del mare, l'altezza geodetica dei due punti A. e B. che si considerano. Nulli naturalmente si suppongono i disperdimenti di energia per attriti o per altre resistenze al moto dell'acqua, nel tratto di tubo considerato. Confrontando pertanto con l'aiuto dell'uguaglianza del Bernoulli il carico dell'acqua nei due punti A. e B., anzitutto rileviamo che, essendo uguale in entrambi i punti l'altezza geodetica, il carico complessivo statico e dinamico nel punto A. deve uguagliare il carico complessivo dell'acqua nel punto B.

Chiamando perciò AC_s, ed AC_d, i due carichi statico e dinamico in

A., e BCs. e BCd. i due carichi corrispondenti in B., per l'equazione di Bernoulli avremo

$$ACs. + ACd. = BCs. + BCd.$$

Questa eguaglianza, data la velocità e la pressione dell'acqua in uno dei tubi, nonché il diametro di entrambi, ci permette di ricavare la velocità e la pressione dell'acqua nell'altro tubo.

Supponiamo per esempio, che la pressione in A. sia di 8 atmosfere e la velocità in A. sia di 0,7 m. al m''. e ricaviamo le quattro lunghezze che rappresentano i corrispondenti carichi sopraindicati.

Essendo la pressione in A. di 8 atm., il carico statico corrispondente sarà :

$$ACs. = 8 \times 10,33 = ml. 82,64.$$

Il carico dinamico ACd. viene ottenuto, sostituendo il numero 0,7 al valore v^2 della velocità, indicato nella formula $\frac{v^2}{2g}$, in cui $g = m. 9,81$; perciò : $ACd. = \frac{0,7^2}{2 \times 9,81} = \frac{0,49}{19,62} = ml. 0,025$.

Ricaviamo ora il carico BCd. riflettendo che la portata d'acqua del sistema è unica e che perciò l'acqua che passa nell'unità di tempo nel tubo più grande è eguale a quella che passa nel tubo più piccolo; perciò la velocità dell'acqua nel tubo da 45 m/m^2 sarà necessariamente maggiore di quella esistente nel tubo da 70 m/m^2 . Siccome la portata dell'acqua in un tubo è data dal prodotto della sezione del tubo per la velocità dell'acqua, avremo, esprimendo le lunghezze in metri,

$$3,14 \times 0,035^2 \times 0,7 = 3,14 \times 0,0225^2 \times VB$$

in cui VB. è la velocità dell'acqua nel punto B.

Effettuando le necessarie operazioni, l'uguaglianza si semplifica come segue :

$$0,0269 = 0,00159 \times VB.$$

$$\text{perciò } VB. = \frac{0,0269}{0,00159} = ml. 1,69 \text{ al m''}.$$

Data la velocità VB. si ottiene il carico dinamico in B. con la formula $BCd. = \frac{VB^2}{2g} = 0,147$

Considerando nuovamente l'uguaglianza iniziale avremo pertanto

$$82,64 + 0,025 = BCs. + 0,147.$$

da cui si otterrà

$$BCs. = 82,665 - 0,147 = 82,518 \text{ m.}$$

cui corrisponde una pressione di $82,518 : 10,33 = \text{atm. } 7,98$.

Perciò nei confronti del punto A., noi abbiamo in B. una velocità alquanto maggiore, ed una pressione leggermente minore.

L'uguaglianza posta all'inizio ed il successivo calcolo numerico, valgono inoltre a dimostrare che in corrispondenza alle strozzature esistenti nelle condotte d'acqua, si manifesta un aumento nella velocità della vena ed una corrispondente diminuzione di pressione rispetto a quella dei tratti adiacenti.

ESEMPIO N. 2. — Consideriamo ora il caso in cui la vena fluida durante il suo movimento, modifica la sua altezza geodetica, innalzandosi oppure abbassandosi rispetto al livello del mare. Supponiamo a questo scopo di disporre una pompa ad un'altezza di ml. 100 sul livello del mare, ed inoltre, come appare dalla fig. 116, che l'acqua uscente dalla pompa, venga utilizzata per lo spegnimento di un incendio di cantina, convogliandola per mezzo di un tubo di canape discendente.

Consideriamo ora attentamente le condizioni di carico di quest'acqua nei tre punti A., B. e C. indicati in figura, supponendo che in A. la pressione statica dovuta alla pompa sia di 10 atm. e la velocità della vena di ml. 20 al m'', che il punto B. abbia, rispetto ad A., una minor quota di ml. 5 ed infine che il punto C., esterno al bocchello della lancia, sia più elevato rispetto a B. di 1 m. Applicando l'equazione di Bernoulli e chiamando con AH., BH. e CH. le altezze geodetiche rispettive dei tre punti A., B. e C., possiamo impostare la triplice eguaglianza seguente:

$$AH. + ACs. + ACd. = BH. + BCs. + BCd. = CH. + CCs. + CCd.$$

che non ha bisogno di particolari spiegazioni, inquantochè i simboli Cs. e Cd. rappresentano rispettivamente il carico statico e quello dinamico.

Traducendo i simboli in lettere, avremo nel punto A.:

AH. — Altezza geodetica del punto A. sul livello del mare = ml. 100.

ACs. — Carico statico della colonna d'acqua = 10 atm. \times 10,33 = ml. 103,30.

ACd. — Carico dinamico dell'acqua in A.:

Siccome l'acqua in A. ha la velocità di ml. 20 al m'', il carico dinamico corrispondente, dedotto dalla formula

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{400}{2 \times 9,81} = ml. 20,39.$$

Pertanto sommando l'altezza geodetica al carico complessivo otterremo: AH. + ACs. + ACd. = 100 + 103,30 \times 20,39 = ml. 223,69.

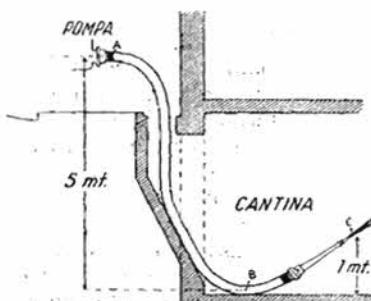


FIG. 116

Nel punto B. data la sua minor altezza geodetica di m. 5, avremo
 $BH. = 95$ m.

Di quanto è diminuita l'altezza geodetica, di altrettanto sarà ovviamente aumentato il carico statico nel punto B., perchè oltre al carico statico dovuto alla pompa, noi abbiamo in B. un maggior carico dovuto al peso dei cinque metri di colonna d'acqua soprastante, perciò BCs. sarà eguale a ml. $103,30 + 5 = 108,30$.

Il carico dinamico invece sarà in B. esattamente eguale a quello in A., perchè la sezione del tubo, e quindi anche la velocità dell'acqua in esso, sono rimaste invariate. Perciò sarà: BCd. = ml. 20,39.

Sommando avremo pertanto:

$$BH. + BCs. + BCd. = 95 + 108,30 + 20,39 = \text{ml. } 223,69.$$

in armonia coll'uguaglianza inizialmente posta.

Passiamo infine al punto C.

In analogia con quanto già detto, sarà CH. = 96 m. Essendo C. un punto esterno alla tubazione, e perciò esposto all'aria, la pressione in esso sarà nulla, pertanto il carico statico corrispondente sarà eguale a zero.

Avremo pertanto CCs. = 0.

La velocità in C. è invece, come l'esperienza pratica dimostra, notevolmente aumentata.

Noi possiamo ricavarne il valore, togliendo dalla somma ricavata in A. ed in B., pari a ml. 223,69, l'altezza geodetica del punto C., e ricordando che nel punto stesso il carico è esclusivamente dinamico.

Avgremo perciò CCd. = ml. $223,69 - 96 = 127,69$.

v^2

Quindi, uguagliando a 127,69 la formula $\frac{v^2}{2g}$, ricaveremo per v.
il valore di circa ml. 50, pari alla velocità dell'acqua al minuto secondo nel punto C.

Perchè l'uguaglianza di Bernoulli venga osservata, noi dovremo disporre in C. un bocchello con diametro tale da consentire con la velocità di efflusso di ml. 50 ricavata dal calcolo, una portata pari a quella fornita dalla tubazione che precede.

Se venisse invece impiegato un bocchello di diametro diverso, l'equilibrio matematico del sistema verrebbe rotto, e per il necessario rispetto dell'uguaglianza enunciata, verrebbero in adatta misura alterate le velocità e le pressioni rilevate nei punti A. e B.

Infatti se il bocchello in C. fosse più piccolo di quello risultante dal calcolo, la velocità in B. risulterebbe leggermente diminuita e la pressione proporzionalmente aumentata, con una conseguente variazione dei due carichi BCs. e BCd.; nel punto A. un apparecchio di misura, registrerebbe analoghe ripercussioni; è noto infatti che la pressione alla pompa aumenta, allorquando viene diminuito il diametro dei bocchelli, oppure viene chiusa qualche bocca di erogazione.

PERDITE DI CARICO

Natura e causa delle perdite di carico.

Le considerazioni svolte sul carico complessivo di una vena liquida, hanno fatto astrazione dal disperdimento di energia o di carico, che purtroppo costantemente si verifica in tutte le trasformazioni dell'energia stessa.

Riprendendo difatti in esame i carichi rilevati nei punti *B* e *C* degli esempi riportati, devesi ammettere che i carichi reali misurabili nei punti stessi, sono di fatto inferiori a quelli calcolati; un apparecchio di misura, facilmente confermerebbe una progressiva diminuzione di carico lungo il percorso della vena, dalla pompa al bocchello di erogazione.

Devesi pertanto concludere che l'acqua nel suo moto disperde una parte dell'energia posseduta.

L'accennato disperdimento è dovuto alle varie resistenze che l'acqua, muovendosi, incontra nel suo cammino.

Fra le principali rileviamo:

1) quella dovuta alle pareti scabre del tubo di canape, che con le loro protuberanze e filamenti, intralciano il passaggio dell'acqua;

2) la resistenza dovuta ai cambiamenti di direzione del tubo, che, obbligando l'acqua a deviare, generano nell'interno del liquido dei moti vorticosi fra le particelle dell'acqua in movimento;

3) quella dovuta al cambiamento di sezione del condotto;

4) quella dovuta alla viscosità interna del liquido; viscosità che si può ritenere come una resistenza interna che le singole particelle o filetti fluidi presentano scorrendo gli uni sugli altri.

È noto infatti che un liquido denso o viscoso, scorre assai più difficilmente dell'acqua, perchè appunto presenta una maggior resistenza interna o viscosità. Queste varie resistenze comportano una perdita di carico, perdita che può anche portare all'annullamento del carico stesso.

Se infatti all'attacco premente di una pompa, capace di dare all'acqua una pressione di cinque atmosfere, noi collegassimo una lunga condutture di canape, continuamente interrotta da raccordi e divisorì, ed inoltre con frequenti strozzature e cambiamenti di direzione, potremmo giungere all'annullamento della pressione in corrispondenza all'orifizio terminale di efflusso, e l'acqua uscirebbe da esso con velocità pressoché nulla e perciò con un'energia trascurabile.

Il carico sarebbe andato completamente perduto.

Le esperienze pratiche dimostrano che queste perdite sono tanto maggiori quanto maggiore è la velocità del liquido e quanto minore è il diametro del condotto.

Calcolo delle perdite di carico.

Per calcolare la perdita di carico lungo le tubazioni di canapa non gommata, si può usare la seguente formula, il cui coefficiente venne, con buona approssimazione, verificato ed arrotondato, dall'Ing. Alessandro Dentella:

$$P = \frac{100 \times Q^2}{D^5}$$

nella quale P rappresenta la perdita di carico in metri d'acqua per ogni ml. di tubazione; Q la portata del tubo in ettolitri al minuto primo (hl/1') e D il diametro del tubo espresso in cm.

Sostituendo a quest'ultima lettera i valori normali delle tubazioni di canape unificate di 7 e 4,5 cm., si ottengono le due seguenti formule semplificate:

$$\begin{aligned} P \text{ (m al m)} &= 0.006 Q^2 \text{ (hl/1')} && \text{(tubi da 70 mm)} \\ P \text{ (m al m)} &= 0.054 Q^2 \text{ (hl/1')} && \text{(tubi da 45 mm)} \end{aligned}$$

La perdita di carico P espressa in metri per metro, corrisponde al dislivello in discesa che il tubo dovrebbe presentare, per compensare senza diminuzione di pressione la perdita stessa.

I tubi gommati presentano invece perdite di carico alquanto minori, che si aggirano, per le portate normali d'uso, intorno al 50 % di quelle ricavabili con le formule precedenti; sono invece leggermente superiori al 50 % per portate notevoli, ed inferiori per piccole portate.

ESEMPLIFICAZIONI NUMERICHE

1) A scopo esemplificativo e di applicazione delle due formule riportate, consideriamo una tubazione di canape da mm. 70 avente la lunghezza di ml. 400 e la portata di l. 500, che richiede, con un orificio da 18 mm., una pressione all'orificio di atm. 5,5, come si rileva dal grafico N 1 e dalla tabella riportata al termine del presente capitolo.

Applicando la formula delle perdite di carico per un tubo da 70 mm., si ottiene:

$$P = 0,006 \times Q^2 = 0,006 \times 25 = 0,150 \text{ m. per metro}$$

e cioè 15 m. per 100 m., pari a circa 1,5 atm. ogni 100 metri. Quindi la perdita di carico sulla lunghezza complessiva è di $1,5 \times 4 = 6$ atm. e richiede alla pompa, per mantenere la erogazione supposta di 500 litri al 1', una pressione di $6 + 5,5 = 11,5$ atm.

2) Con un tubo da 45 mm., applicando la formula relativa, otterremo invece:

$$P = 0,054 \times 25 = 1,35 \text{ m. per m.} = 135 \text{ m. per 100 m.} = 13,1 \text{ atm. ogni 100 m. e cioè in totale } 13,1 \times 4 = 52,4 \text{ atm.}$$

perdita non compatibile colle caratteristiche delle pompe da incendio e con la resistenza dei tubi di canape. Si abbia presente nel calcolo, che 10 m. d'acqua corrispondono ad un'atmosfera metrica (1 Kg. per cm.²), mentre l'atmosfera normale corrisponde a 10,33 m. d'acqua (3,033 Kg. per cm.²), perciò, per ricavare dai Kg. per cm.² le atmosfere, occorre dividere per 1,033.

3) Usando due tubi da 45 mm., ciascuno di essi avrebbe una portata di l. 250 e perciò, applicando la formula relativa, otterremmo:

$$P = 0,054 \times 2,5^2 = 0,34 \text{ m. per m.} = 34 \text{ m. per 100 m.} = 3,3 \text{ atm. ogni 100 m. e cioè in totale a } 3,3 \times 4 = 13,2 \text{ atm. che aggiunte alla pressione alla lancia, che si suppone ancora di 5,5, richiedono una pressione complessiva alla pompa di } 13,2 + 5,5 = 18,7 \text{ atmosfere.}$$

Pertanto concludiamo che con due tubi da 45 mm. la perdita di carico è alquanto superiore a quella che si verifica in un tubo da 70 mm.

Ripetendo il calcolo per tre tubi da 45 mm., si ricava che la perdita di carico relativa corrisponde esattamente a quella rilevata per il tubo da 70 mm., per cui può trarsi l'interessante conclusione che sostituendo in uno stendimento di tubazioni per incendio tre tubi paralleli da 45 mm. con uno da 70, la complessiva perdita di carico del sistema rimane invariata.

Dalle considerazioni ed esemplificazioni esposte, si deduce che per lunghi stendimenti di tubazione, conviene adoperare in genere fin presso l'incendio, tubazioni di grande diametro e possibilmente con superficie interna gommata.

DIAGRAMMI E TABELLA

A scopo dimostrativo e di pratica consultazione sono riportati al termine delle presenti note d'idraulica, due diagrammi e una doppia tabella, di cui si danno alcune notizie di chiarimento. Notisi che nei diagrammi la pressione è indicata in kg. per cmq. (atmosfera metrica), unità di misura più pratica dell'atmosfera e leggermente inferiore ad essa (atm. = 1,033 kg. per cmq.).

Per ricavare dai kg. per cm.² il numero delle atmosfere, occorre, come è stato detto, dividere per 10,33.

Nei diagrammi la linea verticale a sinistra è detta *asse delle ordinate* e quella orizzontale in basso *asse delle ascisse*.

DIAGRAMMA I. — *Portata delle lance da incendio in rapporto al diametro dell'orificio ed alla pressione di efflusso.*

L'asse delle ordinate indica la pressione all'orificio in Kg. per cmq. e quello delle ascisse la portata della lancia in l. al m³.

Il punto di intersezione della curva relativa all'orificio, con la linea orizzontale corrispondente ad una determinata pressione, indica in litri al minuto primo, la portata della lancia relativa a quella pressione. Tale portata si legge in basso, al piede della linea verticale corrispondente all'incrocio; allo stesso modo il punto di incrocio della curva citata con la linea verticale corrispondente ad una determinata portata, indica, orizzontalmente a sinistra, la pressione alla lancia necessaria per ottenere la portata richiesta.

Volendo ad esempio conoscere la portata ad 8 kg. per cmq. di una lancia con orificio da 20 mm., basta individuare il punto d'incrocio della linea, che corrisponde ad un orificio da

20, con la linea orizzontale che indica la pressione di 8 kg. per cmq. e leggere la portata richiesta sull'asse delle ascisse, al piede della linea verticale corrispondente all'incrocio. Essa è di circa 750 litri al m'.

DIAGRAMMA II. — *Perdita di carico nelle tubazioni di canape non gommate da 70 e da 45 mm. per ogni 100 m. di tubo.*

Questo diagramma, tracciato dallo scrivente, serve a calcolare, in base alla quantità dell'acqua che attraversa una tubazione di lunghezza e diametro conosciuti, la perdita di carico che in essa si verifica.

Sia data ad esempio una tubazione da mm. 70, avente la lunghezza di ml. 160 e la portata di 800 l. al m'.

Seguendo la linea verticale che corrisponde alla portata di l. 800 (hl. 8/m'), si rileva che il suo punto d'incrocio con la linea curva corrispondente ad un tubo da 70 mm., si trova all'altezza della linea orizzontale che corrisponde alla perdita di carico di circa 3,85 kg. per cmq.

Tale perdita si riferisce ad una lunghezza di tubazione di m. 100, perciò la complessiva perdita di carico cercata si otterrà moltiplicando $3,85 \times 1,6 = 6,16$ kg. per cmq.

Se con pari portata complessiva e pari lunghezza, i tubi da 70 fossero due, la perdita di carico per 100 m. risulterebbe di circa 0,90, e quella per 160 m. sarebbe di $0,9 \times 1,6 = 1,44$ Kg. per cmq.

TABELLA DELLE PORTATE. — La doppia tabella riportata fornisce direttamente in cifre i dati che si possono ricavare anche dal primo diagramma e cioè la portata in litri ottenibile con lancie di cui si conosca il diametro dell'orificio e la pressione di deflusso in atmosfere (che si misura con un tubo di Pitot).

La prima tabella serve per pressioni all'orificio non superiori a dieci atmosfere, mentre con la seconda si giunge a venti atmosfere.

La loro consultazione è semplicissima in quanto che la portata richiesta è data, in litri al minuto primo, dal numero posto all'incrocio della riga orizzontale, corrispondente ad un determinato diametro d'orificio, con la colonna corrispondente alla pressione dell'acqua rilevata all'orificio della lancia.

DIAGRAMMA I. — PORTATA DELLE LANCE

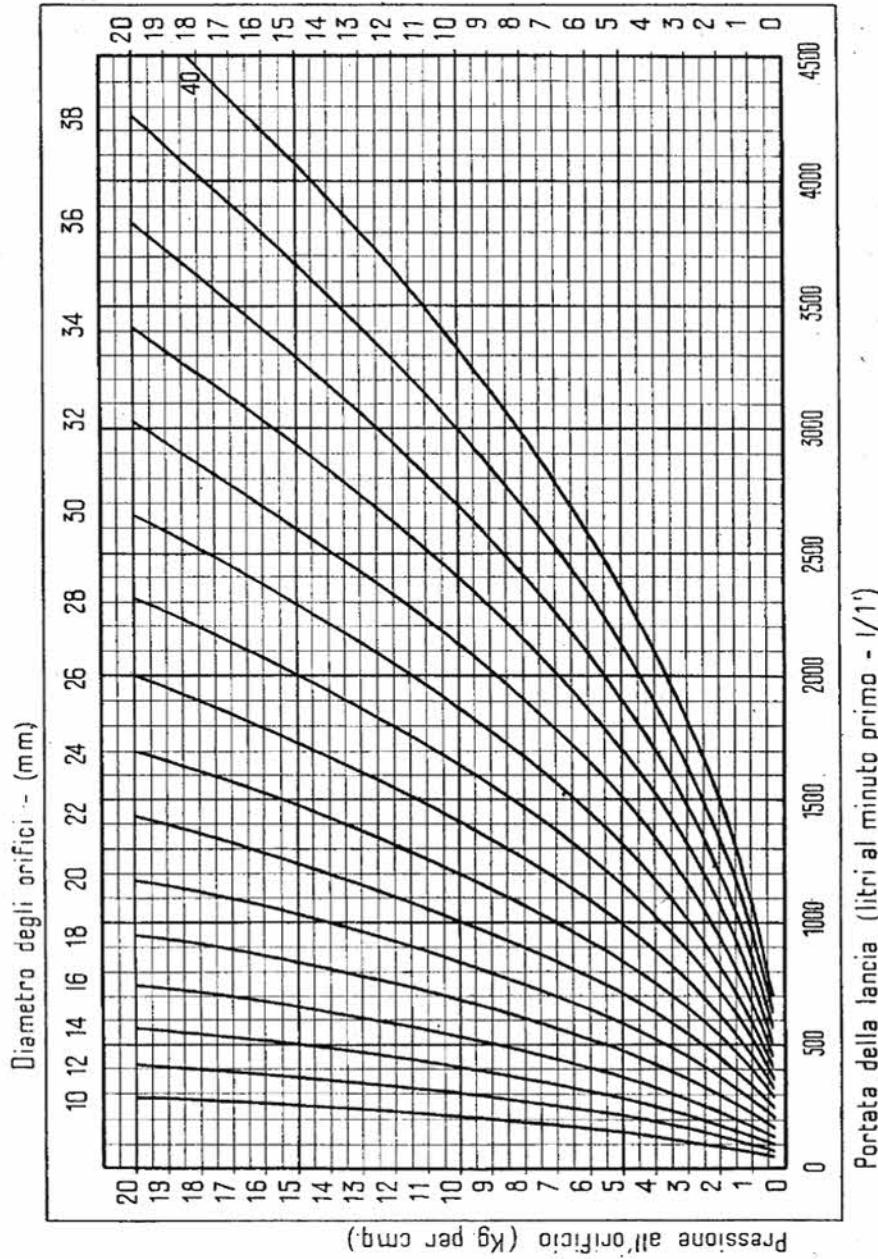


DIAGRAMMA II. — PERDITE DI CARICO

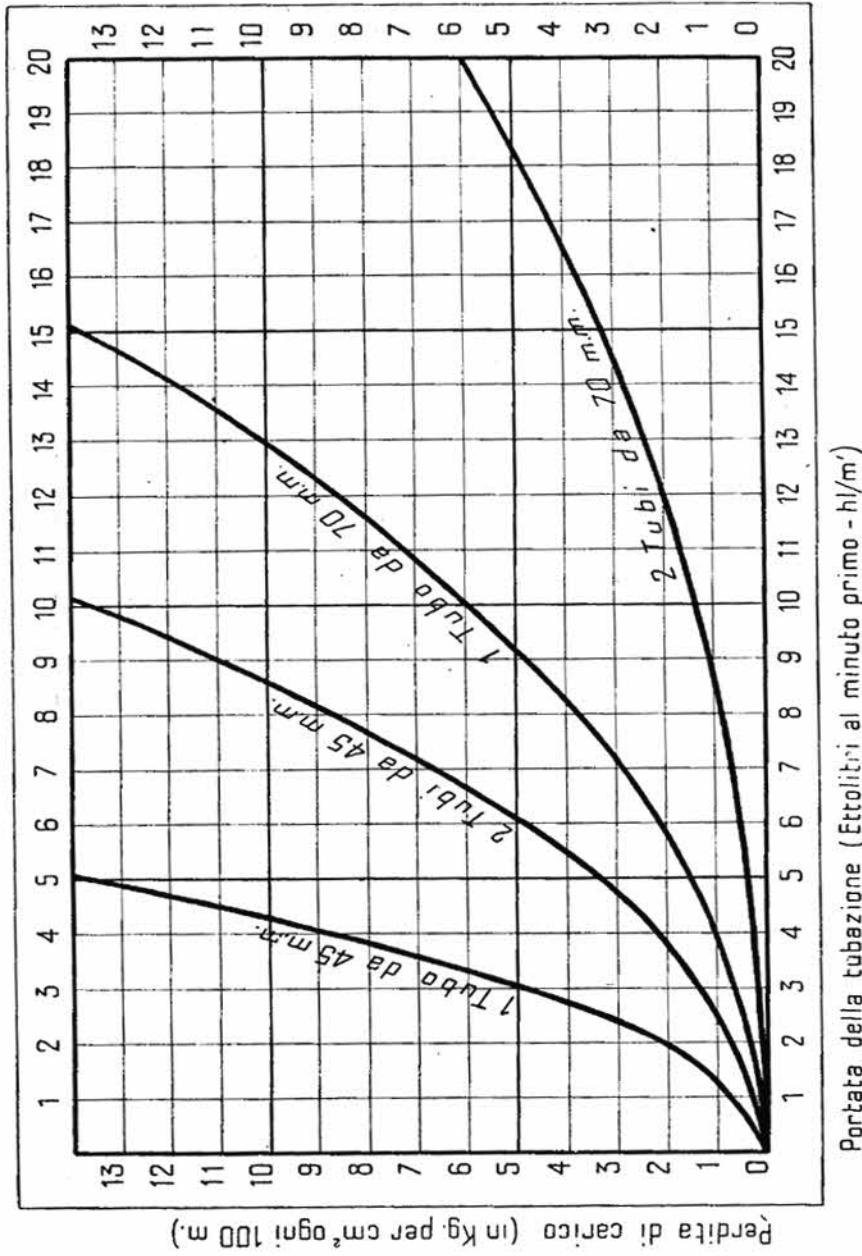


TABELLA DELLE PORTATE

Orificio del bocchello mm.	PRESSIONE ATMOSFERE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PORTATA IN LITRI AL MINUTO PRIMO										
10	65	93	114	130	147	161	174	186	197	207
11	79	112	138	159	180	195	210	225	238	250
12	93	133	164	189	212	232	251	268	284	299
13	110	156	191	221	247	271	298	313	333	352
14	128	181	222	257	287	314	339	363	386	407
15	144	202	265	295	330	362	390	418	444	467
16	169	238	292	337	377	413	446	477	505	533
17	189	267	328	379	424	464	501	536	570	600
18	207	300	369	426	475	522	563	603	640	675
19	237	335	411	487	525	582	628	672	713	750
20	263	372	456	527	589	646	691	746	790	834
21	290	410	503	591	649	712	768	822	872	918
22	319	450	552	638	723	782	843	903	956	1008
23	348	491	603	697	779	854	921	985	1045	1102
24	379	535	657	750	848	930	1005	1083	1138	1200
25	411	580	712	823	920	1007	1088	1164	1235	1302
26	445	628	770	890	996	1090	1176	1259	1336	1409
27	480	680	830	960	1075	1180	1270	1360	1440	1520
28	515	730	895	1035	1155	1265	1370	1460	1550	1635
29	553	782	960	1110	1240	1358	1465	1568	1663	1753
30	592	839	1028	1187	1325	1453	1570	1678	1780	1875
31	632	895	1096	1265	1415	1552	1680	1792	1900	2005
32	675	955	1170	1350	1510	1655	1785	1910	2025	2135
34	761	1077	1320	1525	1705	1868	2016	2156	2287	2410

PER LANCE D'INCENDIO

Otturatore del bocchello mm.	PRESSIONE ATMOSFERE									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	PORTATA IN LITRI AL MINUTO PRIMO									
10	218	227	235	245	255	262	270	278	285	293
11	264	275	285	300	307	317	328	337	346	355
12	315	328	342	354	367	378	390	400	412	423
13	369	384	400	416	430	445	460	471	485	498
14	428	446	465	482	500	515	531	548	562	575
15	490	512	534	554	573	592	610	628	645	663
16	558	584	607	630	651	675	696	715	734	754
17	631	660	686	712	737	761	785	807	830	851
18	707	740	770	798	825	854	880	905	930	955
19	790	823	857	890	920	951	980	1010	1038	1063
20	873	912	950	987	1020	1055	1085	1120	1150	1180
21	964	1007	1047	1086	1125	1162	1200	1233	1267	1300
22	1058	1105	1150	1193	1235	1275	1315	1353	1390	1427
23	1157	1207	1257	1305	1350	1395	1437	1480	1520	1560
24	1260	1315	1370	1420	1470	1520	1565	1613	1655	1698
25	1367	1426	1485	1540	1596	1650	1698	1748	1796	1843
26	1478	1544	1607	1667	1725	1783	1837	1891	1943	1994
27	1595	1665	1735	1800	1861	1923	1982	2040	2095	2150
28	1715	1790	1865	1935	2005	2058	2130	2193	2252	2315
29	1840	1920	2000	2075	2148	2220	2285	2355	2420	2480
30	1968	2056	2140	2220	2300	2375	2447	2520	2587	2655
31	2102	2195	2285	2370	2455	2535	2615	2690	2765	2835
32	2240	2340	2435	2527	2615	2700	2785	2865	2945	3020
34	2530	2640	2750	2854	2953	3050	3145	3235	3325	3410

XIV.

POMPE IDRAULICHE

DEFINIZIONE E SCHEMA FONDAMENTALE

Fra le macchine idrauliche, la pompa è indubbiamente la più comune e, considerate le sue svariate applicazioni, la più importante.

Essa serve a fornire ad un fluido, liquido o gassoso, dell'energia in forma di pressione e di velocità, ed è perciò adatta

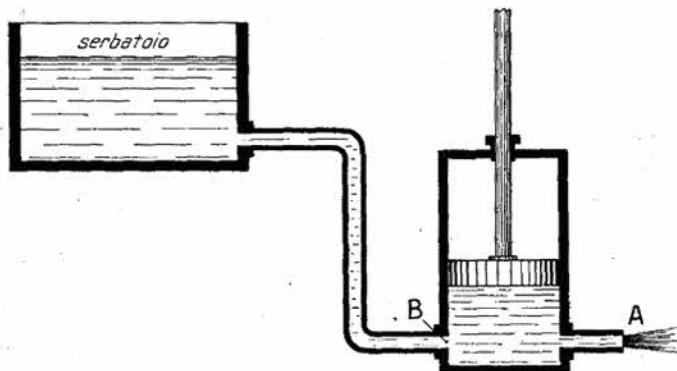


FIG. 117

a spingere il fluido stesso in un tubo o comunque in una determinata direzione.

Il tipo di pompa più semplice è quello schematicamente rappresentato dal cilindro e dallo stantuffo nella figura 117.

L'acqua, attraverso al tubo di comunicazione, affluisce dal serbatoio alla parte inferiore del cilindro e tende naturalmente a riempirlo, essendo il cilindro ad un livello inferiore a quello dell'acqua nel serbatoio.

Quando lo stantuffo, azionato da apposito motore, discende, comprime tutta l'acqua esistente nella sottostante parte del

cilindro, generando in essa, per il principio di Pascal, una pressione che spingerà l'acqua verso l'esterno.

È con ciò realizzato il principio fondamentale della pompa, espresso nella definizione.

Se al bocchello di uscita A, viene collegato un tubo rigido o flessibile, l'acqua verrà sospinta lungo il tubo stesso.

POMPE A STANTUFFO

POMPE A STANTUFFO PREMENTI A SEMPLICE EFFETTO

La pompa schematicamente rappresentata in figura, è del tipo a *stantuffo*, perchè in essa, come in tutte le pompe di questo tipo, l'acqua viene compressa dal movimento rettilineo alternativo di un corpo cilindrico, che comunemente chiamasi stantuffo. Devesi però aggiungere che la pompa così com'è raffigurata, non può fornire un proficuo lavoro, e ciò soprattutto per l'inconveniente, ben visibile, della mancanza di chiusura ai due orifici A e B del cilindro.



FIG. 118

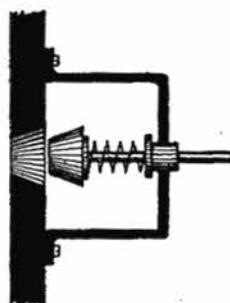


FIG. 119

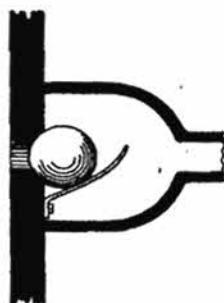


FIG. 120

Mancando le chiusure accennate, avviene che l'acqua esce dall'orificio A anche durante la fase di riempimento del cilindro; e parimenti, durante la discesa dello stantuffo, l'acqua, oltrechè dall'orificio A, esce in parte anche da quello segnato con B e rientra nel serbatoio. Provvedendo invece i due orifici di una valvola di chiusura che funzioni al momento giusto, l'inconveniente verrà eliminato e la pompa sensibilmente migliorata.

Caratteristica fondamentale di una *valvola*, è quella di consentire, senza soverchio sforzo, l'apertura del foro sul quale viene applicata, in una sola e determinata direzione.

Le valvole vengono principalmente realizzate con uno dei tre sistemi seguenti: 1) con un disco metallico, superiormente cernierato, che per il suo peso, tende a chiudere l'apertura; 2) con un disco conico, metallico, oppure di gomma o di altra sostanza, che viene compresso contro il foro da una molla a spirale; 3) da una pallina di metallo o di altra sostanza che, essendo appoggiata su una superficie metallica inclinata, tende a portarsi verso il foro ed a chiuderlo.

Nella tecnica costruttiva esse trovano, a seconda delle circostanze e dell'uso cui sono destinate, forme e dimensioni svariatissime. Nei tre tipi, schematicamente illustrati, l'apertura della valvola è comandata dallo stesso liquido che preme contro di essa. Cessata la pressione, il peso della valvola nel primo caso, la molla a spirale nel secondo ed il peso della pallina nel terzo caso, ristabiliscono la chiusura.

Appare inoltre dagli schemi che una pressione esercitata da destra verso sinistra, e cioè in senso contrario a quello di apertura della valvola, non potrebbe che determinare un serraggio più energico della valvola stessa.

Disponendo pertanto una di tali valvole, ad esempio quella a disco metallico, sulla superficie interna del cilindro, in corrispondenza all'entrata B dell'acqua, e una all'esterno del cilindro, in corrispondenza all'imboccatura dell'orificio A di uscita dell'acqua, otterremo che, nella fase di abbassamento dello stantuffo, si chiuderà la valvola in B, impedendo il ritorno dell'acqua nel serbatoio, e viceversa, quando lo stantuffo si innalza, si chiuderà la valvola in A, impedendo l'uscita dell'acqua dall'orificio, mentre la valvola in B, spinta dalla pressione esterna dell'acqua, oltreché dal vuoto creatosi nell'interno, si aprirà, permettendo l'entrata dell'acqua stessa nel corpo cilindrico della pompa.

Il tipo di pompa a stantuffo considerato, dicesi *premente a semplice effetto*, perchè in esso, sempre e soltanto una faccia dello stantuffo viene a contatto con l'acqua e la comprime.

POMPE A STANTUFFO PREMENTI A DOPPIO EFFETTO

La pompa premente a doppio effetto è di facile comprensione e realizzazione; basta far lavorare lo stantuffo su entrambe le facce, per modo che, mentre la faccia inferiore esercita, durante la discesa dello stantuffo, una compressione sull'acqua

sottostante, la parte superiore del cilindro si riempie, così che lo stantuffo, nella fase di salita, venga costretto nuovamente a comprimere l'acqua colla sua faccia superiore.

La figura 121 rappresenta schematicamente l'applicazione di questo principio.

Essa raffigura lo stantuffo in fase di abbassamento, e per-

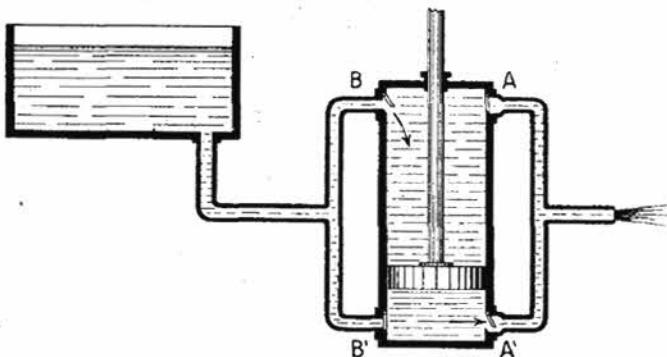


FIG. 121

ciò le valvole in B ed in A' risultano aperte, perchè l'acqua richiamata dallo stantuffo, entra da B, e quella sospinta, esce da A', mentre viceversa le due valvole in B' ed in A vengono premute dall'acqua contro la loro sede in posizione di chiusura.

Il contrario avverrà nella fase ascendente dello stantuffo.

Un evidente vantaggio di questo sistema è quello di assicurare un deflusso continuativo, perchè, appena si interrompe l'uscita dell'acqua da A', ha inizio l'uscita di essa da A.

Nella pompa a semplice effetto invece, l'uscita dell'acqua ha luogo ad intermittenza, e soltanto quando lo stantuffo discende e comprime l'acqua.

Soltanamente però, nella pratica, si preferisce realizzare la continuità del getto, anzichè con una pompa a doppio effetto, con una a semplice effetto, ma a due cilindri, disposti in modo che, quando nell'uno lo stantuffo discende, nell'altro salga.

La costruzione delle pompe a mano si uniforma generalmente a questo principio, che è chiarito e schematicamente illustrato dalla figura 124.

POMPE A STANTUFFO ASPIRANTI E PREMENTI

Le pompe a stantuffo presentano l'importante caratteristica di poter attingere l'acqua non solo da un serbatoio posto ad un livello superiore a quello della pompa, ma anche da un serbatoio situato inferiormente ad essa.

Supponiamo infatti di abbassare il serbatoio rappresentato nella fig. 121 al di sotto del fondo del cilindro; il cilindro stesso ed i due tubi che lo uniscono al serbatoio saranno perciò normalmente vuoti.

Suppongasi ora di dare inizio al funzionamento della pompa innalzando lo stantuffo.

Mediante tale movimento, nello spazio sottostante allo stantuffo tende a formarsi il vuoto, ma ciò in effetti non avviene, dato che, mentre la valvola in A' si chiude, la valvola in B' viceversa si apre, perchè l'aria contenuta nel tubo che conduce al serbatoio entra nel cilindro per occupare lo spazio vuoto formato dallo stantuffo col suo movimento di salita.

Mentre l'aria affluisce nel cilindro, il suo posto nel tubo che conduce al serbatoio viene occupato dall'acqua, che perciò sale gradatamente dal serbatoio nei tubi di alimentazione, fino a raggiungere il cilindro.

L'acqua aspirata nel cilindro viene poi compressa dallo stantuffo nella sua corsa discendente ed il funzionamento della pompa è così assicurato, e prosegue regolarmente nel modo già descritto.

Concludiamo pertanto osservando che: all'inizio la pompa funziona ad aria, la quale viene alternativamente aspirata e compressa, mentre in seguito, ottenuto l'adescamento e cioè l'entrata dell'acqua nel corpo di pompa, essa prosegue il suo funzionamento aspirando e comprimendo l'acqua.

La generalità delle pompe presenta la possibilità sia di aspirare che di comprimere l'acqua; a ciò devono appunto il loro nome di pompe *aspiranti e prementi*.

Di passaggio, accenniamo al fatto che la tecnica offre anche dei tipi di pompa solo *prementi*, che perciò devono essere almeno parzialmente immerse nell'acqua, oppure alimentate con acqua in pressione, diversamente l'acqua non avrebbe modo di giungere al cilindro.

Si hanno inoltre anche pompe solo *aspiranti*, dette anche

surbe, che, non essendo idonee a comprimere l'acqua, si limitano a versarla esternamente, al livello stesso della pompa.

Le pompe aspiranti trovano talvolta impiego nel prosciugamento dei vani sotterranei allagati.

CONSIDERAZIONI SUL FENOMENO DELL'ASPIRAZIONE

Il fenomeno dell'aspirazione nelle pompe è facilmente comprensibile ove si abbiano presenti i concetti già espressi nei riguardi della pressione atmosferica.

Esso è in tutto simile a quello che si produce in una normale siringa da iniezioni, quale è rappresentata dalla fig. 122, quando, allo scopo di estrarre il liquido dalla fiala, si innalza



FIG. 122

il piccolo stantuffo nell'interno del cilindretto di vetro. Avviene allora che il liquido premuto nell'interno della fiala dalla pressione atmosferica, sale nell'ago, perchè al di sotto del piccolo stantuffo non esiste pressione, dato che esso salendo tende a formare il vuoto nello spazio sottostante.

La teoria insegnava che, se lo stantuffo fosse a perfetta tenuta, l'acqua salirebbe nel tubetto fino all'altezza di ml. 10,33. Un'ulteriore salita dello stantuffo non sarebbe seguita dalla colonna idrica e pertanto creerebbe sotto di sè uno spazio perfettamente vuoto d'aria.

L'aspirazione dell'inchiostro stilografico con le comuni pompette di gomma e quella delle bibite con le cannule di paglia, sono altrettanti esempi pratici di innalzamento di liquidi mediante l'aspirazione.

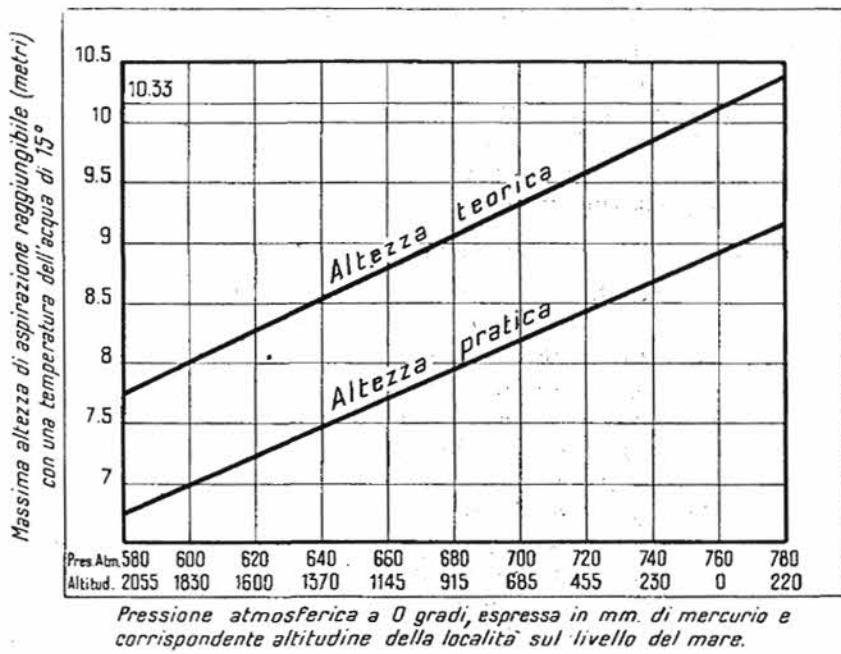
Come in altra parte è stato detto, l'altezza d'aspirazione di ml. 10,33, con le normali pompe, non è praticamente realizzabile, perchè lo stantuffo, o gli stantuffi, in moto nel corpo di pompa, non avendo una perfetta tenuta, non consentono la formazione del vuoto assoluto.

Aggiungasi che anche il corpo della pompa, i tubi di aspirazione e particolarmente le giunzioni di essi, frequentemente offrono all'aria la possibilità di filtrare all'interno, diminuendo con ciò l'altezza di aspirazione praticamente realizzabile.

L'esperienza insegnava che, con una buona pompa d'incendio e con accurate giunzioni dei tubi aspiranti, può ottenersi

l'aspirazione fino ad una profondità massima di circa 9 metri

Anche l'altitudine sul livello del mare della località ove la pompa funziona, è causa di sensibili diminuzioni nelle altezze massime di aspirazione sopra accennate. Tali diminuzioni sono una logica conseguenza del fatto, già rilevato, che la pressione atmosferica gradatamente diminuisce col crescere dell'altitudine.



Pressione atmosferica a 0 gradi, espressa in mm. di mercurio e corrispondente altitudine della località sul livello del mare.

DIAGRAMMA III

Il diagramma III, sopra riportato, esprime il rapporto esistente fra l'altezza massima di aspirazione e l'altezza sul livello del mare del luogo dove la pompa è posta a funzionare.

Per la pratica consultazione del diagramma, basta individuare i due punti d'incontro della linea verticale innalzata in corrispondenza all'altitudine della pompa con le due linee teorica e pratica dell'aspirazione, e leggere sulla scala di sinistra (asse delle ordinate), in corrispondenza ai due punti, posti alla medesima altezza di quelli individuati, i valori delle aspira-

zioni massime, teorica e pratica, corrispondenti all'altitudine considerata.

Al livello del mare ad esempio (quota 0) corrisponde sul diagramma una massima aspirazione teorica di ml. 10,33 ed una pratica di ml. 8,9, mentre alla quota di ml. 915 corrispondono rispettivamente l'aspirazione teorica di ml. 9,20 e quella pratica di ml. 7,95.

Il diagramma è stato tracciato per acqua dolce di densità normale e ad una temperatura di 15°, perchè una diversa temperatura, data la tensione del vapore d'acqua nel tubo di aspirazione, influirebbe sull'altezza massima raggiungibile. Anche il calore dell'aria influisce sulla pressione atmosferica, in quanto l'aria riscaldata, essendo più leggera, produce naturalmente una pressione minore.

CAMERA D'ARIA

In corrispondenza all'uscita della tubazione preiente da una pompa a stantuffo, viene generalmente disposto un serbatoio metallico vuoto, detto camera d'aria, che funziona da cuscinetto elastico, nel modo in seguito descritto.

Quando l'acqua viene compressa dalla pompa, essa entra nel serbatoio e si innalza, comprimendo a sua volta l'aria imprigionata nella parte superiore del serbatoio stesso.

Nell'interno del serbatoio si stabilisce perciò in ogni momento un equilibrio fra la pressione dell'acqua e quella dell'aria.

Se in un dato istante la pressione dell'acqua cresce, l'acqua nel serbatoio salirà, comprimendo l'aria di tanto che basti a farne crescere la pressione fino ad uguagliare la propria.

Il contrario succederà, se diminuisce la pressione dell'acqua. Ciò dipende dal fatto che, mentre l'acqua è un fluido incompressibile, l'aria al contrario si comprime facilmente, e, data la sua elasticità, appena la pressione diminuisce tende a riprendere il suo volume primitivo. Essa si comporta nel serbatoio allo stesso modo con cui si comporterebbe un cuscinetto elastico od una molla.

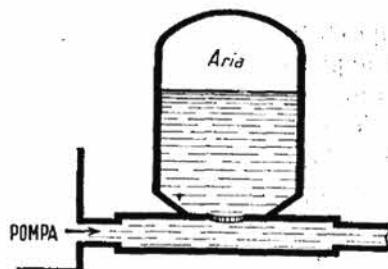


FIG. 123

Tale comportamento è assai utile per la salvaguardia delle pompe a stantuffo e dei tubi, perchè, verificandosi la brusca chiusura di un rubinetto o di una lancia, preserva i tubi ed il corpo di pompa dall'inevitabile sovrappressione dovuta all'acqua cui viene improvvisamente preclusa la via d'uscita.

Tale fenomeno prende nella tecnica il nome di *colpo di ariete*. Esso presenta praticamente effetti anche più dannosi se, continuando il funzionamento della pompa, l'acqua riceve compressione anche dagli stantuffi in moto.

Se l'acqua fosse invece compressibile, non vi sarebbe ovviamente bisogno di applicare alle pompe a stantuffo la camera d'aria.

Nelle pompe centrifughe, di cui si dirà in seguito, non occorre far luogo all'applicazione della camera d'aria, perchè in esse, un'eventuale soprapressione, trova modo di scaricarsi attraverso alla girante della pompa.

La camera d'aria giova anche ad assicurare alle pompe a stantuffo una maggior regolarità nel deflusso dell'acqua, perchè modera colla sua elasticità le variazioni di velocità e di portata che dalla pressione dipendono.

Nella figura 124 è rappresentata una pompa a mano del tipo a stantuffo, a due cilindri, con funzionamento aspirante e premente a semplificato effetto. La camera di aria è, in questo tipo di pompa, realizzata nel corpo stesso della pompa, in corrispondenza alla parte superiore del corpo di pompa centrale. Il tubo visibile al centro rappresenta l'imboccato del condotto premente. Esso scende nel corpo di pompa, la cui parte superiore chiusa forma camera d'aria. Pertanto il li-

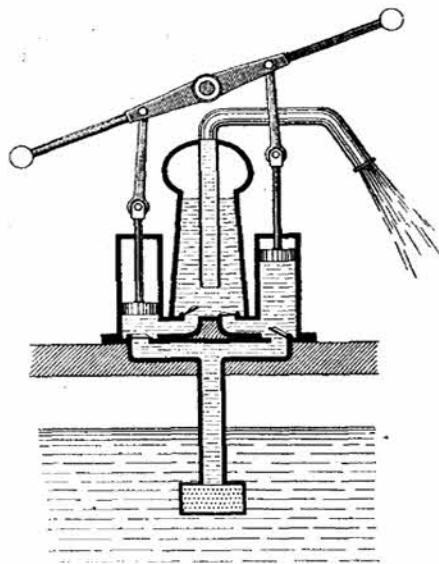


FIG. 124

vello dell'acqua in essa rispettivamente salirà o scenderà col crescere o col diminuire della pressione dell'acqua all'uscita dalla pompa. Il tubo di aspirazione è provvisto in basso di un filtro per trattenere le impurità ed i detriti eventualmente contenuti nell'acqua.

POMPE CENTRIFUGHE

CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE

Le pompe centrifughe sono basate sulla forza centrifuga cui sono soggetti i corpi, costretti a girare intorno ad un punto centrale. Questa forza chiamasi centrifuga, perchè tende ad allontanare il corpo in moto dal perno di rotazione. Asserisce un principio fondamentale della statica che un corpo in moto, ove non intervengano forze esterne, tende a conservare un movimento rettilineo ed uniforme. Si può quindi dedurre che, ogniqualvolta un corpo in moto descrive una curva, deve essere intervenuta una forza esterna a disturbare ed a modificare il suo movimento.

Quando ad esempio un autista vuol percorrere con l'automobile una curva, deve per mezzo del volante piegare le ruote anteriori della macchina, in modo da costringere la macchina stessa a modificare la direzione o traiettoria del suo movimento.

Egli deve tuttavia porre attenzione che la velocità dell'automezzo non sia troppo forte e la curva troppo brusca, perchè in tali casi, nonostante l'attrito delle ruote sul fondo stradale, la forza centrifuga, tendendo a conservare il movimento rettilineo della macchina, potrebbe spingerla fuori dalla strada.

Allo stesso modo, se noi prendiamo un corpo pesante, quale ad esempio un pezzo di tubo metallico e, legatolo con una funicella, lo facciamo ruotare rapidamente con una mano, la funicella in breve verrà tesa per effetto della tensione ad essa trasmessa dal corpo pesante, che, sospinto dalla forza centrifuga, tende ad allontanarsi dal perno di rotazione.

Se nel pezzo di tubo ruotante, che si suppone chiuso alle estremità da due dischi metallici forati, viene introdotta dell'acqua fino a completo riempimento, l'acqua stessa tenderà naturalmente ad uscire da entrambi i fori.

Ciò però non avviene quando il tubo incomincia a ruotare, perchè in tal caso si osserva che l'acqua cessa di uscire dal foro rivolto verso la mano, ed esce invece dall'altro esterno, con energia tanto maggiore quanto maggiore è la velocità di rotazione, e cioè il numero dei giri della fune e del cilindro nell'unità di tempo.

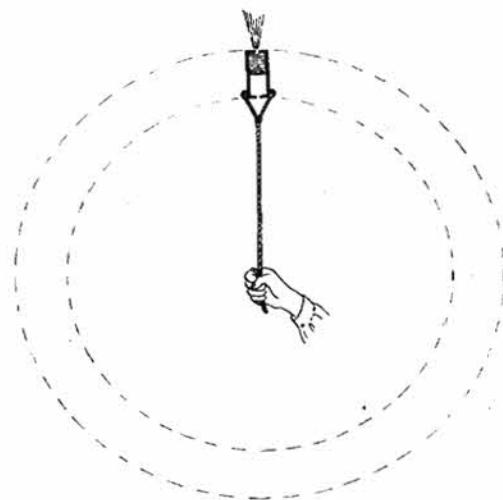


FIG. 125

Riflettendo alle precedenti osservazioni, non è difficile rendersi ragione del particolare comportamento dell'acqua. Basta pensare che anche l'acqua è un corpo pesante e perciò soggetto alla forza centrifuga, e che, mentre il tubo non può, senza rottura della funicella, allontanarsi dal centro di rotazione, l'acqua invece, per effetto della forza anzidetta, sfugge dal cilindro attraverso al forellino esterno.

Supponiamo ora di sostituire alla funicella un tubetto flessibile, attraverso a cui l'acqua possa defluire costantemente verso il cilindro per occupare il posto di quella proiettata in fuori, e colleghiamo al foro esterno un piccolo pezzo di tubo flessibile provvisto all'estremità di un minuscolo orificio: avremo schematicamente riprodotto una pompa centrifuga regolarmente funzionante e provvista di tubo e di orificio di efflusso.

L'acqua uscendo all'esterno, sospinta dalla forza centrifuga, lascerà del vuoto dietro a sé nel cilindro e richiamerà pertanto, o per meglio dire aspirerà, dell'altra acqua attraverso al tubo flessibile di aspirazione.

Questa elementare pompa centrifuga non potrebbe naturalmente rispondere alle esigenze pratiche d'uso. Costruttivamente le pompe centrifughe vengono realizzate per mezzo di una o più ruote, dette *giranti*, le quali sono composte da due dischi metallici diversamente conformati, a seconda della portata e della pressione della pompa, e fra loro internamente collegati a mezzo di alette disposte a spirale.

La fig. 126 rappresenta una di tali giranti; l'acqua entra in essa attraverso allo spazio circolare segnato con A, vicino al centro di rotazione, e, violentemente premuta verso l'esterno

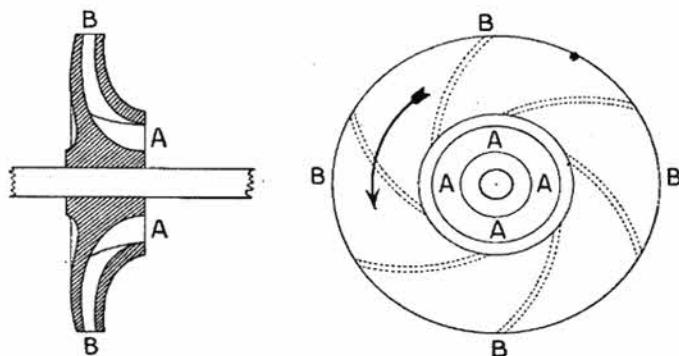


FIG. 126

dalla forza centrifuga, passa attraverso allo spazio racchiuso fra i due dischi metallici, guidata dalle alette a spirale indicate dalla punteggiata, ed esce dall'apertura circolare segnata con B. Appena oltre l'uscita dalla girante, l'acqua entra generalmente in un anello circolare fisso, detto *diffusore*, che è provvisto di alette disposte in senso inverso rispetto a quello della girante. Nel diffusore l'acqua, disponendo di uno spazio maggiore, si diffonde e perciò rallenta la sua velocità e — per la legge fondamentale, più volte citata, della conservazione dell'energia — aumenta la sua pressione. L'acqua infine, a pressione elevata, esce dalla pompa attraverso alle aperture delle bocche prementi, cui vengono collegati i tubi flessibili di canapa.

Merita di essere rilevato che l'acqua, con il flusso accennato dal centro alla periferia della girante, acquista velocità e pressione assorbendo l'energia fornita dalla girante, la quale a sua volta è azionata da un motore elettrico o a scoppio o d'altro tipo. Se al contrario facciamo entrare alla periferia della girante dell'acqua già provvista di energia o di carico — qual'è quella posta al fondo delle condotte forzate di alimentazione degli impianti idroelettrici — quest'acqua, spinta dal suo carico, percorre il cammino inverso, dalla periferia B all'anello centrale A, cedendo la sua energia alla girante, che in questo caso viene mossa dall'acqua stessa.

Avviene con ciò il fenomeno contrario a quello che si verifica nella pompa; l'acqua cede la sua energia alla girante, che a sua volta la trasmette ad una macchina generatrice di elettricità o di altra energia. La pompa, in tal caso, con gli «dattamenti costruttivi che la tecnica suggerisce, prende il nome di *turbina idraulica* e la girante quello di *ruota Francis*.

La maggior parte degli impianti idroelettrici è dotata di installazioni idrauliche con turbine del tipo accennato.

POMPE CENTRIFUGHE AD ALTA PRESSIONE

La moderna tecnica antincendi consiglia generalmente l'uso di getti d'acqua a forte pressione.

Da tempo il Corpo dei Vigili del Fuoco di Vienna usa autopompe o motopompe che garantiscono a 20 atm. una sensibile portata o quantità d'acqua, mentre il Corpo di New York, preoccupato di giungere con la potenza dei suoi getti fino al vertice dei grattacieli, ha commissionato alla Ditta Mack Trucks alcune diecine di autopompe da 150 HP, che possono fornire 900 l. d'acqua a ben 42 atm. di pressione.

Per ottenere costruttivamente una pompa che possa fornire una certa quantità d'acqua a pressione elevata, occorre disporre in serie numerose giranti sul medesimo asse, e cioè l'una di seguito all'altra, ed obbligare l'acqua che esce dalla periferia di una girante ad entrare al centro della girante successiva. Se ad esempio si dispongono quattro giranti sul medesimo asse, secondo lo schema indicato dalla fig. 127, si ottiene un complesso meccanico funzionante nè più nè meno come

quattro pompe indipendenti, provviste ciascuna di una girante, e fra loro collegate in modo che il tubo di pressione di ciascuna faccia capo alla bocca di aspirazione della successiva, allo stesso modo dell'acqua che, nel complesso segnato in figura, passa dalla periferia di una girante al centro della successiva.

Perciò, come nel sistema delle quattro pompe a girante unica, così in questa a quattro giranti, noi riusciremo a portare la medesima acqua ad una pressione quattro volte maggiore di quella ottenibile con una girante unica.

Se ad esempio ciascuna pompa o girante ha velocità e caratteristiche tali da conferire all'acqua la pressione di cinque atmosfere, logicamente l'acqua, uscente dalla prima pompa o girante a cinque atmosfere, entrerà con questa pressione al centro della seconda e, come è indicato in figura, uscirà da essa con la pressione di 10 atm., e dall'ultima con la pressione di 20 atm.

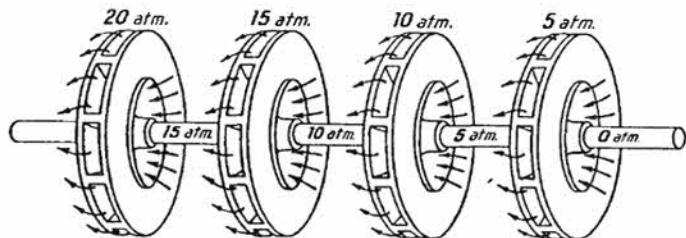


FIG. 127

Naturalmente questo complesso di quattro giranti in serie richiede un motore di potenza pari a quattro volte la potenza del motore necessario per azionare una girante unica.

POMPE CENTRIFUGHE IN SERIE E PARALLELO

Supponiamo ora che le quattro giranti, anzichè essere disposte in serie sul medesimo asse motore, siano disposte su quattro assi indipendenti fra loro e facenti parte del medesimo complesso.

Si dice allora che le quattro giranti funzionano in parallelo; il comportamento idraulico del complesso sarà uguale a quello ottenibile disponendo quattro autopompe, ciascuna con

un'unica girante, una di fianco all'altra, e funzionanti indipendentemente l'una dall'altra.

Potremo avere evidentemente in tal caso sull'incendio, una quantità d'acqua uguale alla somma della portata di ciascuna autopompa e cioè quadrupla di quella che avremmo avuto disponendo le autopompe in serie; la pressione però di quest'acqua sarà soltanto di cinque atmosfere, e non già di venti, come nel funzionamento in serie.

Poste queste premesse, suppongasi di disporre di una pompa con quattro giranti, ma congegnate e collegate in modo, che sia possibile, a volontà, per mezzo della manovra di appositi rubinetti, far defluire nel corpo della pompa l'acqua dalla periferia di una girante al centro della successiva e così di seguito (funzionamento in serie), oppure far arrivare l'acqua al centro di ciascuna girante e raccoglierla in un unico condotto all'uscita (funzionamento in parallelo).

Col funzionamento in serie, la pompa avrà le caratteristiche: prevalenza o pressione 20 atm., portata ad es. 500 l. al 1'; col funzionamento in parallelo le caratteristiche saranno invece: prevalenza 5 atm., portata 2000 litri.

È ovvio che un tal tipo di pompa può recare nelle operazioni di spegnimento sensibili vantaggi, perchè, a seconda delle necessità, essa può fornire o una grande quantità d'acqua o una elevata pressione.

Costruttivamente tale tipo di pompa detto: *in serie e parallelo*, è generalmente realizzato mediante due gruppi di giranti disposti sul medesimo asse e collegati in modo da consentirne, mediante l'uso di appositi rubinetti, il funzionamento indipendente con una doppia portata, oppure in serie con una doppia pressione. La pompa in serie e parallelo, nonostante l'ottimismo di alcuni tecnici e costruttori, non ebbe tuttavia una grande diffusione, sia per l'inevitabile complicazione della macchina, come per la tendenza moderna verso i tipi di pompa ad alta pressione.

ADESCAMENTO DELLE POMPE CENTRIFUGHE

A differenza delle pompe a stantuffo, le centrifughe non dispongono che di un adescamento limitatissimo.

Ciò dipende dal fatto che, mentre lo stantuffo durante

l'adescamento può aspirare e comprimere anche l'aria, le centrifughe non possono fare altrettanto, perchè l'aria, assai leggera, poco risente della forza centrifuga, e perciò, nonostante la rotazione velocissima della girante, non può venire estratta dal tubo di aspirazione della pompa. Quando invece la pompa è adescata, l'acqua, più pesante, viene spinta dalla forza centrifuga all'esterno, e perciò il funzionamento è assicurato.

Per rimediare a questo inconveniente notevole, sono stati attuati diversi procedimenti.

I° ADESCAMENTO CON POMPA A STANTUFFO AUSILIARIA.

Esso è ottenuto a mezzo di una piccola pompa a stantuffo, azionata mediante il motore stesso della pompa principale. Durante l'adescamento della pompa, mediante un'apposita leva, viene messa in funzione la piccola pompa a stantuffo per togliere l'aria dal tubo di aspirazione; non appena l'acqua arriva alla pompa, viene interrotto il funzionamento della pompa a stantuffo e prosegue regolarmente il funzionamento della centrifuga. Vedansi al riguardo le figg. 135-136 e il testo relativo.

Molte delle centrifughe esistenti presso i Corpi sono dotate degli stantuffi ausiliari di adescamento che, praticamente, hanno dato eccellenti risultati.

2° ADESCAMENTO ED EIETTORE.

Ha incontrato in passato molta simpatia e larga diffusione specialmente all'estero. Anzichè con una pompetta ausiliaria l'adescamento è qui ottenuto con i gas di scappamento del motore mediante l'impiego di un dispositivo simile a quello rappresentato con la figura 131. Non è tuttavia possibile con questo sistema superare l'altezza di aspirazione di m. 7.

3° ADESCAMENTO CON TUBO DI ASPIRAZIONE AVENTE LA VALVOLA DI FONDO.

Al fondo del tubo di aspirazione è disposta una valvola che si apre verso l'interno, e pertanto consente soltanto l'entrata dell'acqua e non l'uscita. Riesce perciò possibile, mediante l'uso di una riserva d'acqua recata sull'autopompa, il riempimento del tubo di aspirazione fino al livello della centrifuga ed il successivo funzionamento di essa.

4° ADESCAMENTO CON TUBO DI ASPIRAZIONE PROVVISTO AL FONDO DI UNA PICCOLA POMPA.

Se in luogo della valvola, viene disposta al fondo del tubo di aspirazione una piccola pompa centrifuga elettrica, collegata con filo alla batteria di accumulatori dell'autopompa, si potrà naturalmente evitare il riempimento dall'alto del tubo di aspirazione, perchè la pompetta stessa può direttamente provvedervi.

5° AUTOADESCAMENTO.

È questo il sistema più moderno e pratico di adescamento perchè, come è indicato dalla stessa parola, esso ha luogo automaticamente, senza bisogno di particolari operazioni come nei tre casi indicati. L'autoadescamento viene generalmente realizzato con l'uso di una pompetta ad anello d'acqua, fissata sull'asse stesso della pompa principale.

La fig. 128 schematicamente rappresenta lo speciale tipo di pompa ideato.

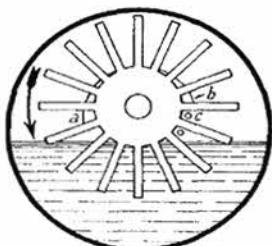


FIG. 128

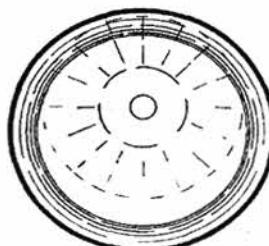


FIG. 129

Esso consiste in una scatola cilindrica, ripiena d'acqua fino all'altezza segnata. Una ruota di bronzo a palette è sistemata all'interno, eccentricamente rispetto alla scatola, ed è immersa parzialmente nell'acqua sottostante.

Sulla parete di fondo della scatola sono praticate: una apertura *a* di forma semilunare, un'apertura più piccola *b* nella parte superiore destra e tre forellini segnati con la lettera *c* nello spazio sottostante.

Quando la ruota a palette, calettata sull'asse della pompa, ruota nel senso indicato dalla freccia, l'acqua sottostante viene proiettata lungo le pareti della scatola nel senso del movimento, e riceve in seguito, specialmente dalle palette superiori,

un impulso rotatorio che la costringe, per effetto della forza centrifuga, a disporsi in forma di anello come è indicato nella figura. Tale anello serve a garantire la tenuta d'aria nella parte superiore ed ai lati della ruota a palette. Essendo la finestrella *a*, in comunicazione col tubo di aspirazione, ciascuna paletta, passando davanti alla finestrella, raccoglie nello spazio compreso fra una paletta e l'altra, e poi trascina, una piccola quantità d'aria, che successivamente viene spinta avanti ed infine scaricata all'esterno attraverso alle aperture *b* e *c*. L'operazione, continuamente ripetuta, giunge a realizzare il vuoto nel tubo aspirante. Quando dall'apertura *a* esce dell'acqua, la centrifuga principale rimane adescata. Questo tipo di adescamento, introdotto in Italia dalla Società Bergomi, ha fornito nella pratica ottimi risultati.

ALTRI TIPI DI POMPA

Oltre ai due principali tipi di pompa descritti, l'acqua può essere arricchita di energia e cioè di pressione e di velocità, anche con altre macchine operatrici o pompe, che tuttavia hanno una minor diffusione, perché risultano adatte solo per determinati usi speciali.

Data la scarsa importanza che questi tipi di pompe presentano per il Servizio Antincendi, si danno alcune notizie soltanto sulle pompe ad ingranaggi, sugli iniettori e sugli idrorotori, senza far cenno delle norie, delle pompe multicellulari, delle pompe ad elica, delle pompe a segmento oscillante, di quelle a membrana e delle ruote a schiaffo ed a cassetti.

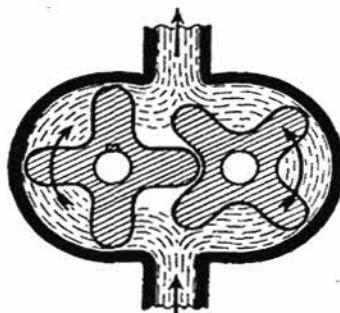


FIG. 130

Pompe ad ingranaggi.

Consistono essenzialmente in una capsula metallica chiusa e collegata da un lato con il tubo di aspirazione e dall'altro con quello di pressione. All'interno (vedi fig. 130), ruotano in senso contrario, secondo le frecce, due ingranaggi, che nel loro movi-

mento imprigionano una parte di liquido contro la parete della capsula e la trascinano in seguito, come appare dalle zone a tratteggio, verso l'uscita in corrispondenza al tubo premente.

Questi tipi di pompa raramente adottati nel Servizio Antincendi, trovano frequente impiego nei motori d'automobile per attivare la circolazione dell'olio.

Iniettori.

L'iniettore è un apparecchio semplicissimo che serve per aspirare e spingere un fluido, liquido o gassoso, mediante l'energia posseduta da un altro liquido in movimento.

Esso è schematicamente rappresentato dalla fig. 131.

Nella strozzatura di un imbuto viene collocato un ugello da cui viene fatto uscire un liquido in pressione.

Il getto a spruzzo prodotto dal liquido, trascina verso l'esterno l'aria contenuta nella strozzatura, e determina perciò una depressione che favorisce l'afflusso di altra aria, per cui si stabilisce un deflusso d'aria verso l'alto, più o meno abbondante e veloce, a seconda della violenza del getto.

Il principio è applicato nei comuni carburatori d'automobile. In essi tuttavia il fenomeno si produce in modo opposto, perché è l'aria, richiamata nel motore dal movimento dei pistoni che, passando sopra l'ugello del carburatore, aspira e trascina la benzina verso il motore.

Nel Servizio Antincendi questo principio trova applicazione, oltreché nella lancia « Comete », dove l'aria necessaria per la formazione della schiuma viene aspirata mediante tre piccoli getti d'acqua interni, anche in un tipo di pompa semplice e pratico che permette il sollevamento dell'acqua da un vano sotterraneo con l'uso di altra acqua in pressione prelevata da un idrante stradale.

Idrorotori.

L'idrorotore è una pompa che, per le sue caratteristiche funzionali, meriterebbe una maggiore diffusione.

Come risulta dal nome, l'apparecchio consiste essenzialmente in un rotore, e cioè in una ruota a palette azionata me-



FIG. 131

diente acqua in pressione. Il rotore è calettato sull'asse di una pompa rotativa che fa parte del complesso e viene azionata dal rotore.

Il suo funzionamento è ottenuto facendo arrivare al manicotto centrale dell'idrorotore il tubo di pressione di una pompa, la quale viene alimentata dall'acqua uscente dal doppio manicotto superiore all'idrorotore. È con ciò stabilito un circuito chiuso fra la pompa e l'idrorotore, la cui ruota in questo caso funziona da motrice idraulica, attingendo energia dall'acqua in pressione che vi arriva. La pompa interna al meccanismo, azionata dal rotore, aspira acqua attraverso l'ampio filtro cilindrico visibile in figura e la comprime verso la bocca premente laterale destra. Possiamo con ciò dedurre che l'idrorotore può utilmente impiegarsi in lavori di prosciugamento, come pure in un servizio di estinzione, quando si tratti di prelevare dell'acqua a profondità superiori a quelle massime raggiungibili con l'aspirazione.

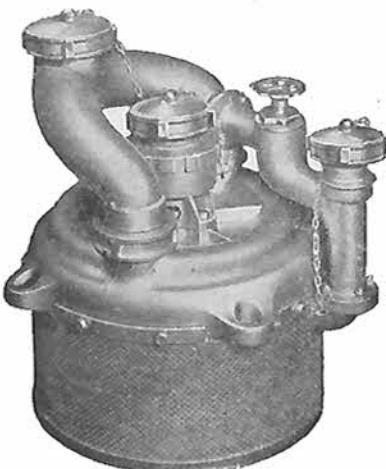


FIG. 132

Basta calare con funi l'idrorotore nel pozzo dopo di avervi collegato le tubazioni aspiranti e prementi della pompa esterna. Le portate dei tipi in commercio variano da 50 a 400 litri al m'. a seconda della profondità di sollevamento raggiunta, che può superare i 25 metri.

PREGI E DIFETTI DELLE POMPE CENTRIFUGHE ED A STANTUFFO

Il confronto fra i vari tipi di pompa, viene istituito soltanto fra la pompa centrifuga e quella a stantuffo, perchè soltanto questi due tipi interessano il servizio antincendi.

Il tipo di pompa a stantuffo, antichissimo di origine, ha tenuto, particolarmente con le pompe a vapore, il dominio incontrastato nelle applicazioni antincendi fino ad un paio di de-

cenni or sono, quando cioè ha fatto le sue prime apparizioni la nuova pompa centrifuga, che già aveva ottenuto in altri campi dell'industria significative affermazioni.

La nuova applicazione ottenne in breve numerosi consensi anche nel servizio antincendi, soprattutto per il fatto che il movimento di rotazione della pompa permetteva un più razionale collegamento con il motore a scoppio.

Per alcuni anni tuttavia, i due tipi di pompa praticamente si equivalsero, perchè i pregi ed i difetti dell'uno valevano i pregi ed i difetti dell'altro. Molti erano in Italia ed all'estero i fautori dell'uno e dell'altro tipo, e fra essi, per un certo tempo, si accesero polemiche vivacissime, finchè gradatamente la polemica si acquetò con la vittoria unanimamente riconosciuta della pompa centrifuga.

Ai pregi della prima e particolarmente al suo potere autoadescante i fautori della seconda opposero:

1) il pregiò già citato della sua miglior adattabilità ad essere collegata con il motore a scoppio; si osserva al riguardo che una pompa centrifuga può raggiungere e superare i 3000 giri al m'. mentre le pompe a stantuffo generalmente non superano i 300;

2) la maggior semplicità del suo funzionamento che esclude pressochè completamente il movimento di parti metalliche a contatto e consente un minor volume ed ingombro della pompa;

3) l'abolizione delle guarnizioni, causa frequente di guasti e di arresti delle pompe a stantuffo;

4) l'abolizione della camera d'aria e la diminuzione del pericolo di contraccolpi alla pompa ed alle tubazioni nel caso di una chiusura rapida dei rubinetti di deflusso dell'acqua;

5) la maggior adattabilità all'uso con acque sporche o limacciose, che invece nuocciono ai cilindri ed alle guarnizioni della pompa a stantuffo.

La scoperta e l'adozione delle centrifughe autoadescanti, ha dato in seguito un colpo decisivo, non solo alle pompe a stantuffo di tipo vecchio, ma anche ai tipi più recenti quali la De Manresa, a pistoni radiali, e la Drouville, a stantuffi orizzontali.

POMPE PER IL SERVIZIO ANTINCENDI

A conclusione di queste note sulle pompe idrauliche, passiamo in rapida rassegna i tipi di pompa più usati per il Servizio di estinzione degli incendi, accennando alle principali caratteristiche di ognuno.

POMPE A MANO

Nei riguardi delle pompe a mano, data la scarsa importanza che esse attualmente rivestono nei confronti delle pompe a motore pressochè universalmente adottate, ci limitiamo a dire che la quasi generalità di esse è del tipo a stantuffo, solitamente a semplice effetto. Lo schema della fig. 124, rappresenta il tipo di pompa a mano aspirante e premente a doppio cilindro, che ha incontrato maggior diffusione.

Si hanno tuttavia come è stato detto anche pompe a mano soltanto prementi che costruttivamente vengono installate nell'interno di una vasca metallica, dove l'acqua viene versata a mano a mezzo di secchi e di altri recipienti.

La portata delle pompe a mano è generalmente compresa fra 100 e 300 litri al minuto e la loro prevalenza si aggira sulle 2-3 atmosfere.

Il funzionamento delle pompe a mano è generalmente ottenuto con una leva a bilanciere imperniata sopra il corpo stesso della pompa e manovrata ad entrambi gli estremi da uno o più uomini, a seconda della grandezza e delle caratteristiche della pompa.

POMPE A VAPORE

Anche nei riguardi dell'applicazione della pompa alla macchina a vapore, data l'attuale scarsa importanza di essa, limitiamo l'esposizione a pochi cenni sommari.

Il tipo di pompa usato per questa applicazione è quello a stantuffo, perchè il moto alternativo di va e vieni dello stantuffo della pompa ottimamente si accorda con il movimento analogo dello stantuffo nel cilindro della macchina a vapore. La trasmissione del moto dagli stantuffi della motrice a quelli della pompa si ottiene generalmente per mezzo di un albero a gomito

cui sono applicate le teste delle bielle degli stantuffi, sia della motrice che della pompa.

L'albero a gomito, costretto a ruotare dal movimento alternato di va e vieni degli stantuffi della motrice, trasmette agli stantuffi della pompa un movimento analogo.

In alcune applicazioni l'albero a gomito manca, ed i due stantuffi sono applicati sul medesimo stelo, per cui lo spostamento degli organi in moto è esclusivamente rettilineo alternato.

La portata delle pompe a vapore è normalmente compresa fra 500 e 3000 litri al m' e la pressione massima varia fra 8 e 15 atmosfere.

POMPA A STANTUFFI RADIALI - BREVETTO DE MANRESA

Questo tipo ha avuto fra le pompe a stantuffo adottate per il Servizio antincendi una larga diffusione, perchè comporta una trasformazione intelligente e pratica del moto rotativo del motore a scoppio in quello alternativo degli stantuffi o pistoni.

Gli stantuffi, generalmente in numero di quattro, sono disposti radialmente nel corpo cilindrico della pompa.

Essi sono opposti ed accoppiati a due a due ed il loro stelo si allarga al centro in guisa da formare un'apertura rettangolare, nell'interno della quale ruota e si sposta un perno cilindrico disposto eccentricamente sull'asse motore.

Ne consegue che il perno nel suo spostamento lungo l'asse dei cilindri obbliga alternativamente gli stantuffi ad avanzare ed a retrocedere nell'interno dei cilindri stessi.

La fig. 133 mostra l'interno del corpo di pompa e la sua sezione lungo l'asse.

L'acqua aspirata dalla pompa affluisce nell'intercapedine circolare visibile alla periferia del corpo di pompa. In essa sono situati i filtri di ciascuno degli stantuffi.

Durante il funzionamento della pompa, l'acqua, attraversato il filtro e la successiva valvola di gomma, viene aspirata dagli stantuffi durante il loro moto verso il centro ed infine da essi sospinta verso la camera di pressione, durante il loro moto verso l'esterno.

Filtri e valvole della pompa sono facilmente ispezionabili

dall'esterno attraverso alle rispettive aperture, protette con copertina a vite, che sono state realizzate, come appare in figura, in corrispondenza alla testa di ciascun cilindro.

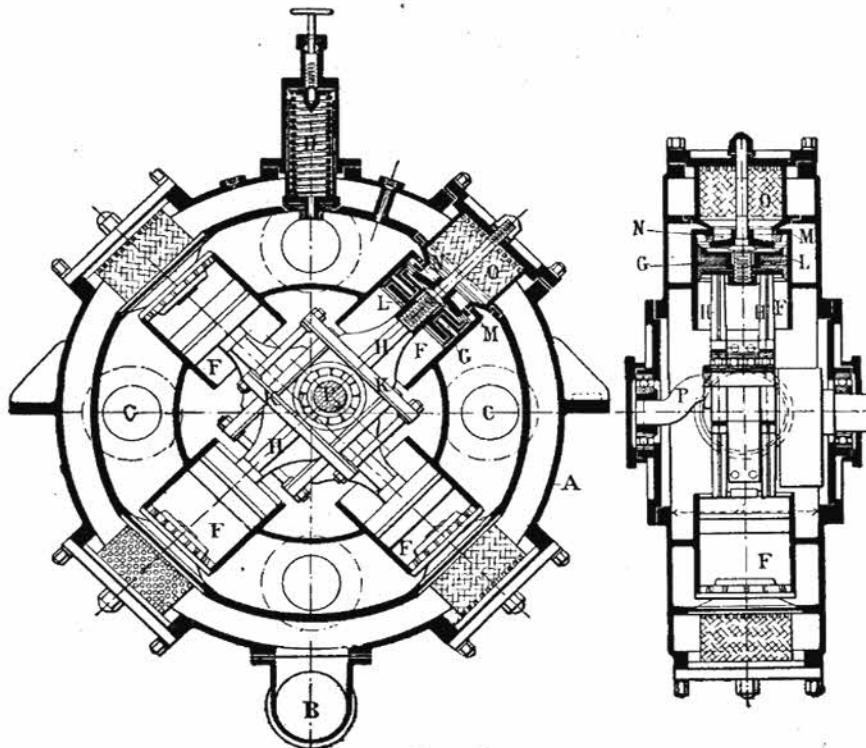


FIG. 133

POMPA A STANTUFFI ORIZZONTALI - BREVETTO DROUVILLE

La pompa Drouville a stantuffi orizzontali, di provenienza straniera, incontrò, come e più della Manresa, il favore dei tecnici e dei Vigili del Fuoco, per la novità e praticità della disposizione adottata.

Indubbiamente, come pompa a stantuffo, essa è difficilmente superabile.

La pompa Drouville è del tipo aspirante e premente a doppio effetto e comprende quattro o sei piccoli cilindri paralleli all'albero motore e disposti attorno ad esso.

La fig. 134 rappresenta la disposizione interna dei cilindri e la sezione assiale della pompa.

È visibile a destra in prospetto la disposizione dei cilindri. La sezione mostra invece due cilindri con gli stantuffi e le valvole relative.

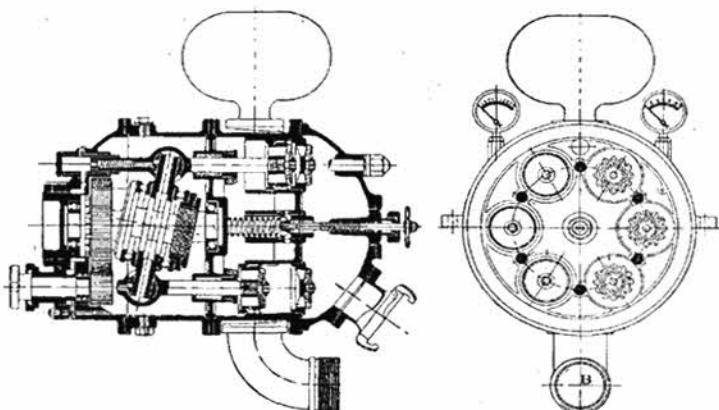


FIG. 134

Il meccanismo per la trasformazione del moto circolare dell'asse nel moto alternativo degli stantuffi è ottenuto mediante due corone, calettate ad angolo sull'asse motore, che imprimono un movimento oscillatorio ad un anello al quale sono fissate le aste di comando dei sei stantuffi.

L'ampiezza dell'oscillazione dell'anello, visibile nella sezione, è pari alla corsa degli stantuffi.

La figura mostra, sulla sinistra della sezione, anche il riduttore di velocità ad ingranaggi.

POMPA CENTRIFUGA - BREVETTO TAMINI

È questa la centrifuga a stantuffi ausiliari che ottenne in Italia ed all'estero, dove ebbe notevole diffusione, un consenso larghissimo.

È stato il primo tipo di centrifuga che veramente si è affermato nei confronti delle pompe a stantuffo.

Le figure 135 e 136 rappresentano rispettivamente, in vi-

sta e d in sezione, due tipi di pompa centrifuga, a stantuffi ausiliari.

Esaminando la sezione, è visibile posteriormente uno dei due cilindri per stantuffi ausiliari e la leva per la messa in azione di entrambi, con il suo ruotismo di collegamento all'asse motore principale.

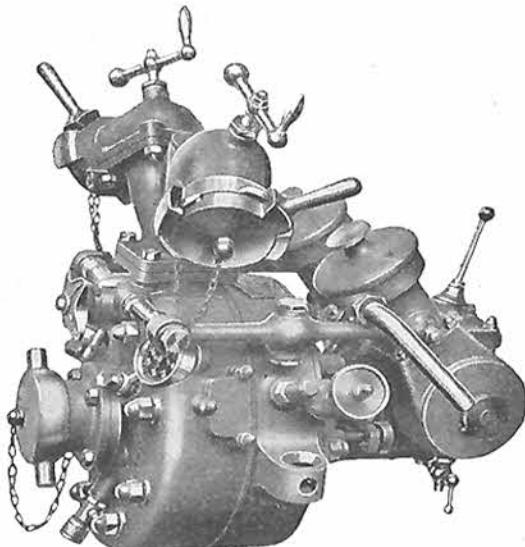


FIG. 135

Il rubinetto a losanga disposto in alto sul davanti serve a collegare i due cilindri alla camera di aspirazione.

Sotto il rubinetto, uno a destra e l'altro a sinistra, sono situati i due manometri che danno rispettivamente: l'indicazione del vuoto nell'aspirazione, e della pressione nella camera di derivazione dei tubi prementi, che sono situati l'uno a destra e l'altro a sinistra nella parte bassa anteriore; nel tipo rappresentato in vista i manicotti dei tubi prementi sono derivati in alto da un attacco unico. Ciascuno dei due attacchi di pressione è provvisto di un rubinetto di chiusura, che nella fig. 136 appare sezionato.

Al centro è disposto l'attacco d'aspirazione che fa capo all'anello centrale della girante anteriore; chiaramente visibile in sezione.

L'acqua uscente dalla periferia della girante anzidetta, attraverso ad un'apposita camera che è visibile nella parte superiore della sezione, viene convogliata al centro della seconda girante, allo scopo di raddoppiare la pressione. Uscendo da essa, viene guidata alla camera premente della pompa che è visibile nella parte bassa anteriore.

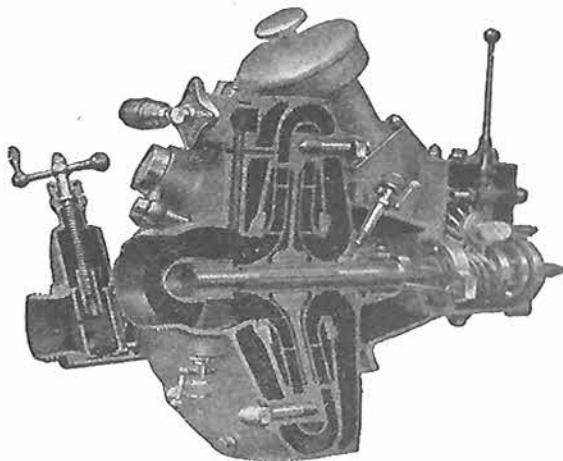


FIG. 136

Questo tipo di pompa, per la sua leggerezza e semplicità, può, come il tipo autoadescante, venire istallato anche sul davanti degli autoveicoli, in diretto collegamento con l'asse del motore.

POMPA AUTOADESCANTE

È il tipo di pompa centrifuga più recente, più pratico e più diffuso. Venne introdotto in Italia dalla S. A. Bergomi. Esso non differisce sostanzialmente da quello precedentemente descritto, che nel meccanismo di adescamento, che è qui realizzato mediante la pompetta autoadescante ad anello d'acqua, già descritta in precedenza.

Le figure 137 e 138 rappresentano il prospetto e la sezione di due modelli di pompa autoadescante.

Superiormente, in entrambe le figure, è chiaramente visibile la bocca di aspirazione della pompa.

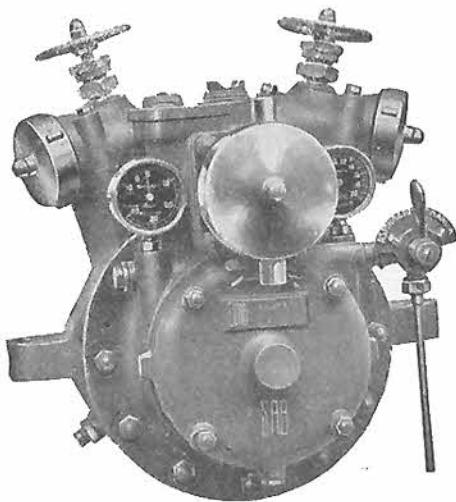


FIG. 137

Attraverso ad essa l'acqua perviene al centro della prima girante e, dalla periferia di questa, passa alla camera circolare di diffusione (visibile in sezione), poi viene convogliata al centro della seconda girante e successivamente della terza girante, per passare infine, attraverso a questa ed alle intercapedini del

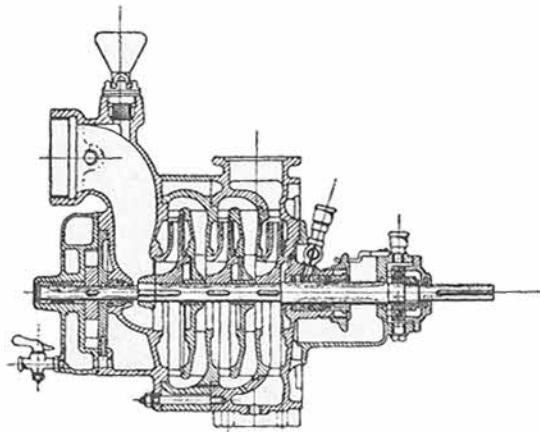


FIG. 138

corpo di pompa, alle due bocche di pressione, situate in alto e provviste di rubinetto.

Nella sezione è visibile, superiormente a destra, la bocca di uscita dell'acqua in pressione.

Nella sporgenza anteriore della pompa è sistemata la pompetta di adescamento, il cui funzionamento viene comandato mediante il rubinetto, provvisto di semiquadrante, che può vedersi nella parte destra del modello in vista.

Anche i due tipi di pompa autoadescante riportati sono provvisti dei manometri di pressione (a destra) e di depressione (a sinistra).

L'asse motore poggia sul supporto a sfere visibile a destra nella sezione e sugli altri supporti indicati in figura.

1. Bocca aspirante.
- 2-3. Bocche prementi.
4. Maniglia del rubinetto 5.
5. Rubinetto del dispositivo di adescamento.
6. Tappo per l'immissione dell'acqua nella vaschetta 7.
7. Vaschetta del dispositivo di adescamento.
8. Tubetto di scarico per acqua ed aria del dispositivo di adescamento.
9. Rubinetto dell'acqua di refrigerazione del motore.
10. Tubazione dell'acqua di refrigerazione del motore.
- 11-12 Tappi di scarico dell'acqua dalla pompa.

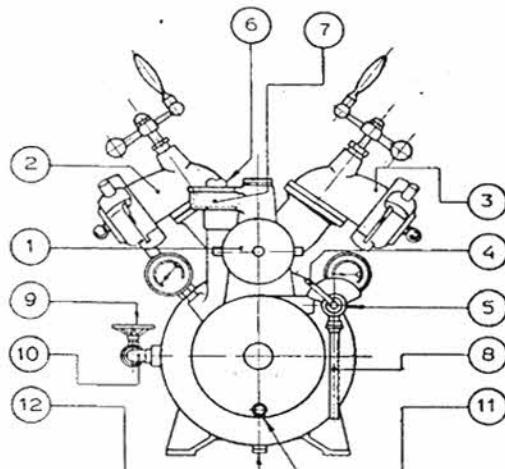


FIG. 139

La figura 139 mostra un modello simile a quello della 137, con l'aggiunta di richiami numerici, che trovano a fianco la relativa spiegazione.

POMPE CENTRIFUGHE A SCHIUMA E IDRICO-SCHIUMOGENE

Oltre alle pompe idriche descritte meritano un cenno anche le pompe a schiuma e quelle con funzionamento misto idrico-schiuma.

La schiuma prodotta dalle une e dalle altre è del tipo meccanico, di cui si dirà diffusamente nel cap. v della seconda parte; essa viene ottenuta con una mescolanza intima di acqua, aria e liquido schiumogeno. Quest'ultimo, in entrambi i tipi di pompa accennati, viene prelevato da un apposito serbatoio esistente sull'autopompa.

L'aria invece viene aspirata dall'esterno con la pompetta per l'adescamento automatico, precedentemente descritta.

Aria e liquido schiumogeno vengono intimamente mescolati con l'acqua nell'interno della pompa, dalla quale esce pertanto la schiuma già formata. La consistenza della schiuma è regolabile in rapporto alle diverse contingenze d'impiego.

I due tipi di pompa considerati possono fornire al minuto primo 1000 e, per i tipi maggiori, anche 2000-2500 litri di schiuma.

A differenza del tipo a schiuma, quello idrico-schiumogeno, più diffuso specialmente presso i diversi Servizi del Ministero dell'Aeronautica, può funzionare indifferentemente a schiuma, ad acqua, e inoltre a schiuma e ad acqua con getti contemporanei e separati.

Quest'ultima prerogativa, assai utile nell'impiego pratico della pompa, è resa possibile dal fatto che essa è costituita da due corpi di pompa fra loro accoppiati e funzionanti indipendentemente l'uno dall'altro.

Le pompe a schiuma e le idrico-schiumogene hanno tuttavia, nonostante i loro pregi, avuto una scarsa diffusione presso i Corpi, perchè le lance a schiuma meccanica, di cui si dirà nell'accennato capitolo della seconda parte, ed il premescolatore per la schiuma, hanno consentito, in modo facile ed assai pratico, la produzione continua della schiuma.

Premescolatore per la produzione meccanica della schiuma.

Il premescolatore per la schiuma è un dispositivo assai semplice che può essere applicato a tutte le pompe di tipo idrico.

Esso consiste in un attacco tubolare con chiusura a rubinetto che, applicato sulla camera di aspirazione anteriormente alla pompa, permette di aspirare liquido schiumogeno da un qualsiasi recipiente, per cui il liquido stesso viene in seguito me-

scolato intimamente all'acqua in movimento. Conseguentemente, per ottenere la schiuma, basterà che la lancia sia provvista del dispositivo per l'aspirazione dell'aria all'uopo occorrente. Le normali lancie a schiuma possono, anche in questo caso, venire utilmente impiegate; basterà tenere in posizione di chiusura il rubinetto dello schiumogeno.

Giova aggiungere che i premescolatori di tipo più recente, sono provvisti del cosiddetto *selettore*, che permette di convogliare a volontà lo schiumogeno verso una o più bocche di pressione, rendendo con ciò possibile la contemporanea erogazione di getti normali e di getti a schiuma.

- CURVE CARATTERISTICHE DELLE POMPE

I due elementi fondamentali che caratterizzano una pompa sono la *portata*, e cioè la quantità d'acqua spostata dalla pompa nell'unità di tempo, (che per le pompe da incendio si esprime in litri al minuto primo) e la *prevalenza* che corrisponde alla energia che l'acqua riceve dalla pompa (la prevalenza è generalmente data in atmosfere; talvolta anche in metri d'acqua).

Esprimendo la prevalenza in metri, essa è pari alla somma dell'*altezza di aspirazione* e di quella a cui l'acqua può essere spinta o sollevata, detta anche *altezza di sollevamento*.

Le due altezze accennate, espresse in atmosfere o in kg. per cmq, sono rispettivamente indicate durante il funzionamento della pompa dai due manometri di pressione e di aspirazione — quest'ultimo detto più comunemente vuotometro — che di solito vengono disposti sul davanti del corpo di pompa.

Pertanto la somma di queste due letture ci dà la prevalenza fornita dalla pompa nel momento considerato.

Ad essa corrisponde una portata d'acqua determinata, e misurabile, mediante il rilevamento col tubo di Pitot della pressione all'orificio di efflusso, nel modo rappresentato dalla figura 140, e la successiva consultazione del diagramma o delle tabelle delle portate per le lancie da incendio, oppure mediante la reale misurazione della quantità dell'acqua erogata durante un certo tempo in una vasca di capacità conosciuta.

Se il tubo di pressione ha una lunghezza di pochi metri

la lettura col tubo di Pitot risulta pressochè eguale a quella del manometro della pompa.

Se la pompa non funziona al massimo della sua potenza, aumentando, mediante l'acceleratore, il numero dei giri, sarà possibile ottenere o un aumento della pressione dell'acqua, conservando inalterata la portata della pompa, oppure ottenere un aumento di portata senza diminuire la pressione dell'acqua.

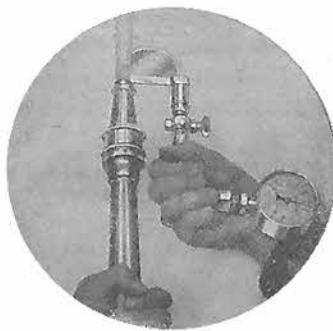


FIG. 140

Quando invece la pompa funziona al massimo della sua potenza, ad un aumento della pressione, ottenibile riducendo il diametro dell'orificio di erogazione, corrisponde una minor portata, e viceversa.

Queste osservazioni che si possono in pratica agevolmente verificare, sono di facile comprensione: basta aver presente che un tipo di motore può trasmettere alla pompa una potenza massima ben determinata espressa in cavalli vapore (HP) oppure in chilowatt (Kw), e che l'assorbimento di potenza della pompa è in funzione sia della portata che della pressione dell'acqua erogata. È logico infatti ritenere che, sia aumentando la portata come aumentando la pressione dell'acqua, la pompa abbia bisogno di una maggiore potenza.

Ne consegue che per conoscere la pressione massima che una pompa può raggiungere, dovremo annullare la portata (pressione a bocca chiusa) e per conoscere la massima portata di una pompa dovremo annullare la pressione (portata a bocca libera).

Nell'intervallo fra questi due estremi di pressione e di por-

tata, ad ogni valore della portata corrisponde, per il regime di massimo rendimento del motore, una pressione determinata e viceversa.

Questa corrispondenza fra i due valori caratteristici: portata e pressione, è per ciascun gruppo motore-pompa ben determinata e viene espressa con una linea che dicesi *curva caratteristica della pompa* nei riguardi del gruppo considerato.

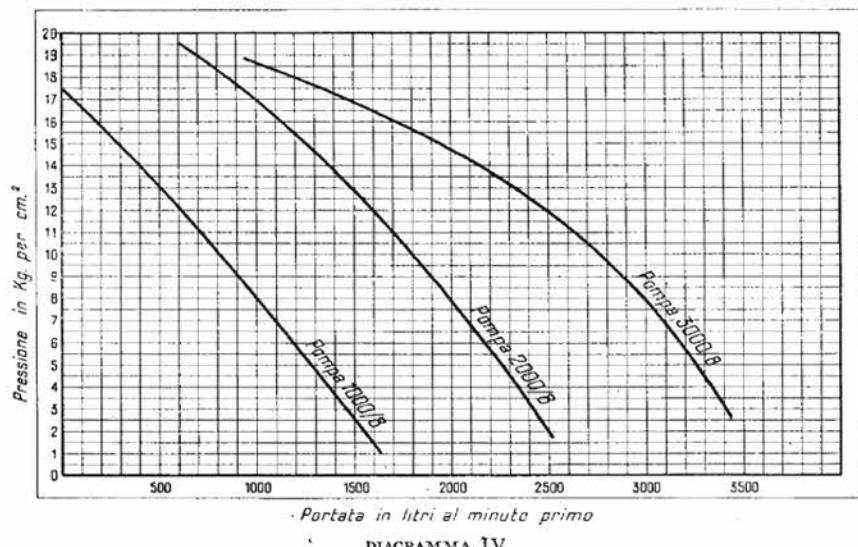


DIAGRAMMA IV

Nel diagramma riportato sono tracciate le curve caratteristiche delle tre pompe centrifughe autoadescanti 1000/8, 2000/8 e 3000/8, costruite dalla S. A. Bergomi.

Ogni punto di ciascuna delle due curve ci consente di leggere orizzontalmente sulla graduazione di sinistra (asse delle ordinate) la pressione ottenibile alla pompa, quando essa fornisce la portata leggibile, verticalmente in basso, sulla graduazione delle portate (asse delle ascisse).

I dati relativi al tracciamento delle tre curve sono stati rilevati facendo funzionare i gruppi motore-pompa con aspirazione a livello; aspirando in profondità le portate diminuiscono in modo notevole.

I numeri 1000/8, 2000/8 e 3000/8 che definiscono le tre pompe considerate, esprimono appunto la portata massima ri-

spettiva di 1000, di 2000 e di 3000 litri al m' per le pompe considerate, alla pressione di 8 atmosfere, prescelta dalla Direzione Generale dei Servizi Antincendi per la classificazione e per la valutazione dell'efficienza media di una pompa da incendio.

CALCOLO DELLA POTENZA ASSORBITA DALLE POMPE

Suppongasi di voler calcolare la potenza assorbita dalla pompa 2000/8, e cioè la potenza necessaria per sollevare 2000 litri al m'. all'altezza di ml. $8 \times 10.33 =$ ml. 82,64.

Il numero dei chilogrammetri al minuto primo richiesto, dato che un litro d'acqua pesa un kg., è di:

$$2000 \times 82,64 = 165.280 \text{ kgm./m'}$$

Al m" il numero dei kgm. richiesti sarà perciò:

$$165.280 : 60 = 2.755 \text{ kgm./m"}$$

Siccome un HP fornisce per ogni m" 75 kgm., per compiere il lavoro richiesto sarà necessaria una potenza al motore dell'autopompa di:

$$2.755 : 75 = 36,73 \text{ HP.}$$

Se la medesima pompa venisse azionata da un motore elettrico esso dovrebbe fornire una potenza in Kw (1 Kw = ∞ 102 Kgm al 1") di:

$$2.755 : 102 = 27 \text{ Kw.}$$

I due dati di potenza ottenuti sono però alquanto inferiori ai valori reali necessari, perchè le pompe, e quelle da incendio in particolar modo, comportano una notevole perdita di energia, per effetto dei moti vorticosi generati nell'acqua e degli attriti interni della pompa.

Supponendo che il rendimento accennato sia di 0,6, e cioè che solamente il 60 per cento dell'energia, fornita venga dalla pompa utilizzato, i dati di potenza ricavati subiranno i seguenti aumenti:

$$36,73 : 0,6 = 61,21 \text{ HP.}$$

$$27 : 0,6 = 45 \text{ Kw.}$$

Qualora la pompa venisse applicata posteriormente al telaio di un automezzo con motore a scoppio od elettrico, andrebbe perduta per attrito lungo gli organi di collegamento e di trasmissione un'altra quantità di energia pari a circa il 10% di quella prodotta e pertanto i dati precedenti di potenza dovrebbero ulteriormente venire aumentati come segue:

$$61,21 : 0,9 = 68 \text{ HP.}$$

$$45 : 0,9 = 50 \text{ Kw.}$$

Possiamo pertanto concludere che una pompa del tipo 2000/8, applicata posteriormente all'autopompa, comporta un assorbimento massimo di potenza misurata al motore dell'autoveicolo, di circa 68 cavalli vapore.

Finito di stampare
il 6 Giugno 1942-XX
nella Stamperia F.lli Parenti di G.
Firenze - Via XX Settembre, 30



Elaborazione di Jionathan Big Bear - Orsi Mauro 2018

