

ESAME
DELLA POLVERE
DEDICATO
A SUA SACRA
REALE MAESTÀ

DA ALESSANDRO VITTORIO PAPACINO
D'ANTONI

Direttore delle Regie Scuole Teoriche
d'Artiglieria, e Fortificazione.



IN TORINO, MDCCLXV.

NELLA STAMPERIA REALE.

A SUA SACRA
REALE MAESTÀ
CARLO EMMANUELE
RE DI SARDEGNA ec.

ALESSANDRO VITTORIO PAPACINO
D' ANTONI



*E instancabili Sovra-
ne cure di V.S.R.M.
intente sempre al co-
mune vantaggio de'
felici suoi Popoli le hanno fatto stabi-
lire nel 1739. le Scuole d' Artiglieria,*

*e Fortificazione , ordinando al Com-
mendatore Gran Croce nell' Ordine Mi-
litare de' Santi Maurizio , e Lazzaro ,
Generale di Fanteria , e Primo Inge-
gnere di V. M. Giuseppe Ignazio Ber-
tola di dirigerle in modo , che con sì
fatti studj quelle cognizioni si apprendes-
sero , che più valida rendono la difesa
degli Stati , e maggior lustro acquistas-
sero le gloriose sue Armi . Furono le
intenzioni di V. M. sì bene eseguite
e da' Maestri prescelti a tale destina-
zione , e dalla gioventù per grazia sua
speciale ammessa alle Scuole , che in
breve tempo mirabili frutti se ne rac-
colsero con vantaggio de' Sudditi suoi ,
e con ammirazione degli Esteri . Quin-
di tratti furono ottimi Uffiziali per
l' Artiglieria , per gl' Ingegneri , e per
tutte le Truppe ; e colle continue medi-
tazioni ,*

tazioni ; ed esperimenti fatte si sono varie , certe , utilissime scoperte , per cui la Scienza Militare notabile accrescimento ha ricevuto .

Gli egregi frutti della Munifica Real Provvidenza , e la somma benignità , con cui protegge sempre , ed aiuta tutti coloro , che intenti sono alla ricerca del Vero , e dell'Utile , che è l'unico scopo delle Scuole medesime , accesero in me un vivissimo desiderio di tentare , se riuscir mi poteva , di accostarmi in qualche modo a chi recato aveva massima utilità . Per la qual cosa presi a esaminare la polvere , allorchè è tocca dal fuoco , affine di conoscere l'origine , e le cagioni de' Fenomeni , che a noi appresenta nelle armi da fuoco , e a quest'esame tanto più animoso mi accinsi , perchè è conforme alla Professione mia,

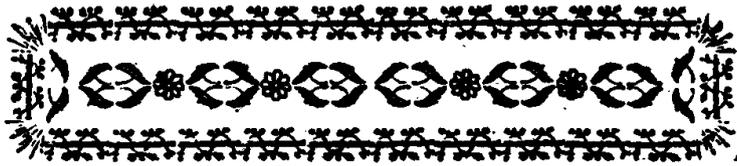
*e a ben adempierne i doveri l'ho sempre
creduto necessario. Prevalendomi per
tanto de' mezzi da V. M. sommini-
strati, cominciai di proposito nel 1743.
a cercare per diverse strade di scoprire
le principali proprietà della polvere, e
dopo varie ricerche, osservazioni, ed
esperienze aiutato dalle conferenze avu-
te colle persone intelligenti, che fiori-
scono in questi avventurosi Stati, mi
riuscì di giungere alla meta prefissa-
mi, e di tessere una Teoria intorno le
proprietà Fisiche della polvere, la quale,
essendo poi stata non poco arricchita
dalle Macchine inventate nel 1752.
dal Regio Macchinista, e Primo Pre-
posto nelle Opere di Meccanica Isacco
Francesco Mattej rappresentate nelle
figure 3., 4., 5., e 6., V. M. si de-
gnò comandarmi di pubblicarla colle
stampe*

*stampe , e di aggiungervi la dottrina ;
che intorno la forza della polvere accesa
s' aggira.*

*Ho perciò diviso quest' Esame in
due parti . Nella prima parte dimostro
in diverse maniere quattro principali
proprietà della polvere , allorchè è tocca
dal fuoco , e applicando queste cogni-
zioni generali alle armi , adduco fra le
altre cose le sperienze , che fatte furono
nel 1746. dal Brigadiere nelle Armate
Reali Commendatore Felice De-Vin-
centi Colonnello del Reggimento Arti-
glieria per determinare le cariche , con
cui si ha ne' Cannoni il tiro più lungo .
Nella seconda parte assegno diverse
maniere per determinare la forza asso-
luta della polvere , la legge , con cui
abbrucia dentro varie capacità , le mo-
dificazioni , alle quali soggiace questa
forza ,*

forza, le velocità iniziali de' proietti dalle armi da fuoco, e la resistenza, che questi incontrano nell'attraversar l'aria.

Essendo per tanto quest'Opera nata, e cresciuta per gli stabilimenti, ed aiuti della M. V. mi do l'onore di porle in fronte l'Augusto Nome di chi le diede l'origine, e l'anima, supplicando V. M. degnarsi di accoglierla clementemente, e di continuarmi la Real sua Protezione.



PARTE PRIMA.

Delle proprietà della Polvere.



NON potendosi esame alcuno, nè alcuna sperienza fare della Polvere per lo sicuro scoprimento degli effetti suoi, e delle sue proprietà, se non col mezzo del fuoco, cosa convenevole è sul bel principio alcun poco ragionare generalmente del fuoco medesimo, le tracce seguendo di que' Filosofi, che, diligentissimi investigatori di tutte le più recondite, ed oblique strade della natura, hanno fatto ogni sforzo per iscoprire la pura verità,

CAPO PRIMO.

Del Fuoco.

1. **L**L. celebre Ermanno Boerhaave da moltissimi dotti Chimici seguitato, dopo una serie lunghissima di diverse replicate sperienze null' altro del fuoco ha scoperto, che alcune proprietà, le quali a lui solo convengono, e per cui, secondochè in diversi modi a' nostri sensi si appresenta, differenti nomi riceve.

L'elemento del fuoco, quando è solo, e puro, appellasi *fuoco*, *materia solare*, *luce*, e *calore*, e credesi una sostanza essenzialmente fluida, composta di particelle sottilissime continuamente agitate, benchè non sempre colla medesima velocità. Scorgesi questa sostanza in tutti i luoghi sparsa, e quasi in tutti i corpi, come ha mostrato il dottissimo Giacomo Bartolommeo Beccari, ancorchè determinare non si possa, se uno sia de' componenti loro costitutivi, ed essenziali. Un leggiero fregamento del globo di vetro nella macchina elettrica manifesta il fuoco da per tutto disperso: due corpi duri fortemente strofinati l'uno contro l'altro

tro incominciano a intiepidirsi, indi scaldarsi, e finalmente a scintillare, o fiammeggiare secondo la qualità dei corpi strofinati.

2. Che se il fuoco dallo stato di fluidità passa, per così dire, a quello di solidità, e diventa evidentemente parte del corpo medesimo, allora questa sostanza chiamasi *materia combustibile*, *solfo*, considerato come principio, *pascolo*, od *esca del fuoco*, *flogistico*. Osservasi ciò in alcuni corpi, lo infiammamento de' quali mostra evidentemente la sua presenza.

3. Allorchè il fuoco è nel primo stato (§. 1.), uno de' caratteri suoi distintivi è il penetrare facilmente i corpi, insinuandosi egualmente in essi, e dilatandogli a segno, che ne separa le parti, se abbondantemente vi s' introduce. Questa facilità però, con cui il fuoco penetra i corpi, e ne disgiunge le parti, ella è diversa secondo le diverse qualità de' corpi, che incontra, dimodochè alcuni corpi, in vece di dilatarsi, si contraggono nell' avvicinarsi del fuoco, come il legno, le parti de' corpi animali ec.

4. Altro carattere distintivo del fuoco è il rendere lucidi molti corpi o per mezzo

4
della fiamma, che s'innalza, o col solo loro arroventimento.

5. Essendo poi nel corpo la materia del fuoco nel secondo stato (§. 2.) non produce nelle parti di questo cambiamento veruno, non comunica calore, nè luce, salvo che esso passi, per così dire, nel movimento igneo, cioè attualmente s'accenda.

6. Gli effetti del fuoco nel primo stato (§. 1.) appaiono diversi secondo le circostanze diverse, in cui si trova, e tale diversità osservasi sempre,

1.º Considerando il fuoco in un determinato spazio:

2.º Considerandolo attualmente esistente in un corpo:

3.º Considerando il modo, e la legge, con cui penetra i corpi di diversa qualità, o da questi spandesi intorno.

7. Considerando adunque il fuoco in un determinato spazio (§. 6. n. 1.) si vede poterfi ivi accumulare in maggiore, o in minor quantità, e muovere con differente velocità, onde a misura della quantità, e velocità, con cui muovesi questa sostanza nel medesimo determinato spazio, varia è l'attività, ed efficacia sua;

il

5
il che osservasi negli specchi ustorj , nel fuoco di riverbero ec.

L'attività , ed efficacia del fuoco ha i suoi gradi , e non possiamo misurarla se non se nella dilatazione de' corpi , e disgiunzione delle loro parti. Finora però ci è ignota la maniera di misurare esattamente non solo la quantità , e velocità del fuoco separatamente , ma eziandio l'assoluto effetto della attività sua ne' corpi. Avvegnachè non sapendosi ancora fino a qual termine un corpo si condenserebbe, se fosse di fuoco privo interamente, chiaro è , che non abbiamo punto alcuno determinatamente fisso per osservare il vero principio della dilatazione. Nella costruzione de' Termometri il punto più basso, che finora è stato preso, si è la condensazione del mercurio, nata da una determinata mistura di sale ammoniaco , e di neve , quando però colle osservazioni fatte nei paesi settentrionali sappiamo , che il mercurio in questi termometri è stato condensato assai di più. Nella costruzione de' Pirometri il punto della maggior condensazione dipende dalla variabile temperatura dell'aria: perciò questi due strumenti servono sol tanto ad indicare colla loro gra-

duazione la differenza delle dilatazioni secondo i diversi gradi di fuoco , che in essi penetrano , o che in essi contengono.

8. Considerando in oltre il fuoco attualmente esistente in un corpo (§. 6. n. 2.) vedesi, che gli effetti dell'attività sua dipendono non solo dalla quantità , e velocità della materia ignea , ma ancora dalla massa del corpo, che lo contiene ; la qual cosa osservasi ogni volta che voglionsi ridurre due fluidi d'ineguale densità alla medesima temperatura, abbisognando il più denso di un grado maggiore di fuoco. Diconsi per tanto ugualmente caldi due corpi , quando l'attività , o grado di fuoco in essi è proporzionale alle rispettive masse.

E' qui necessario osservare, che, se noi tocchiamo due corpi d'ineguale densità, ridotti amendue alla medesima temperatura , ci pare , che il più denso sia anche più caldo. Questo falso giudizio nasce dal toccare la nostra mano nel corpo denso maggior numero di particelle di quel , che ne tocchi nel corpo raro, onde , eccitandosi in noi il senso maggiore, o minore a proporzione del numero maggiore, o minore de' punti toccati, ci sembra , che l'attività del fuoco sia maggiore nel corpo denso.

9. Finalmente considerando in qual modo , e con qual legge il fuoco penetra i corpi (§. 6. n. 3.) , si vede , che le differenti modificazioni dipendono o dalla sola diversa attività del fuoco, o dal solo diverso tempo della sua applicazione , o dalla diversa superficie , qualità , e massa de' corpi dal fuoco circondati; bastando, che una sola di queste cose diversa sia , perchè diversa la modificazione producafi.

In fatti posti due pezzi di ferro simili , e di massa disuguali nel medesimo fuoco , veggiamo quello di massa minore riscaldarsi molto prima dell' altro , ed accrescendosi a questo , coll' appianarlo , la superficie , riscaldarsi in tempo più breve. Diversità d'effetti scorgesi pure paragonando un pezzo di ferro con un sasso, od altro diverso corpo , posti amendue nel medesimo fuoco.

Ciò , che detto è della facilità , con cui ne' corpi il fuoco s'insinua , intender si deve parimente dello allontanarsi , ed uscire del fuoco da' corpi medesimi. Perciocchè, qualora il fuoco ne' corpi esistente è maggiore di quello , che loro sta intorno esteriormente , esce , e s'allontana da questi , ugualmente per ogni parte dif-

fondendosi ; facendosi minore l'attività di questo fuoco , che si diffonde a misura , che più dal corpo , da cui esce , allontanasi. La determinazione della legge , con cui si fa questa diffusione , nasce dal sovravanzare il fuoco nel corpo esistente quello , ch'è attorno al corpo medesimo , dal tempo , dalla superficie , qualità , e massa del corpo : manifesta cosa essendo , che varia esser debbe , secondochè queste cose o tutte , o alcuna , varie saranno.

10. Dopo avere esaminate le diverse circostanze concorrenti nel modificare gli effetti del fuoco , considerato questo o in un determinato sito , o attualmente esistente nel corpo , o il modo , e la legge , con cui s'insinua , o s'allontana dai corpi , fa d'uopo ora vedere le diverse sue modificazioni nell'accensione , ed abbruciamento de' corpi combustibili.

Allorchè eccitasi nel corpo combustibile il movimento igneo o in forma di fiamma , o di carbone rovente , osservasi ciò nascere in due maniere:

1.º Applicandosi al corpo combustibile una quantità di fuoco esteriormente:

2.º Accrescendosi il movimento al fuoco nel corpo combustibile contenuto.

11. I corpi combustibili, considerando la facilità, con cui abbruciano, si possono distinguere in due classi. Nella prima classe s'annoverano quelli, ne' quali, accese alcune parti, propagasi il fuoco da se nelle altre fino al totale abbruciamen- to, quali sono lo spirito di vino rettificato, il solfo ec.: nella seconda classe si pongono quelli, ne' quali, accese alcune parti, perchè il fuoco si propaghi nelle altre non ancora accese, è necessaria o la continua applicazione di nuovo fuoco, o l'accrescimento di movimento nelle parti accese, o finalmente la disposizione del corpo combustibile in guisa tale, che il fuoco, il quale tutto d'intorno sfugge dalle parti accese, incontri da vicino altre parti combustibili non ancor accese. A questa seconda classe si riducono la maggior parte de' vegetabili, carboni ec.

12. Il grado di fuoco, ch'eccita il movimento igneo ne' corpi combustibili d'amen- due le classi, e che li conserva in tale stato, quando sono accesi, egli è diverso secondo le diverse qualità de' corpi me- desimi; maggiore essere dovendo sempre questo grado di fuoco in ciascun corpo combustibile a misura, che questo o è cir-

condato da aria più rarefatta , o che dal corpo combustibile già acceso non si possono allontanare nè il fumo , nè le altre materie , le quali proprio di lui pascolo non sono.

In tutti due questi casi è necessaria , perchè il corpo combustibile abbruci interamente , o la continua applicazione di nuovo fuoco , o l'aumento di movimento in quello , che già è nel corpo combustibile.

13. Deducesi facilmente dalle cose anzidette , quanto vasta sia la dottrina degli effetti del fuoco ne' corpi , venendo quelli diversificati non solo dal tempo , dalla superficie , dalla diversa qualità , e massa de' corpi , a' quali s'accosta , e dall'altre materie , che circondano il corpo , ma ancora dalle modificazioni , alle quali è soggetto il fuoco medesimo per la quantità sua , e per la velocità , con cui si muove.

14. Per la qual cosa manifestandosi la forza della polvere nelle armi da fuoco , nelle bombe , ne' fornelli delle mine ec. a misura , che questa s'accende , ne consegue chiaramente un' infallibile modificazione ne' suoi effetti secondo la qualità , e proporzione de' componenti della polvere ,

vere, dell'aria naturale, che la circonda, e delle altre circostanze, che a suo luogo s'indicheranno. E siccome non è in man nostra l'aver sempre determinate tutte le circostanze, che concorrono all'accensione sua, ed al suo totale abbruciamento, così nè meno colla medesima quantità di polvere usata nella medesima arma possiamo avere sempre gli effetti medesimi.

CAPO SECONDO.

*Dello Zolfo, Carbone, Salnitro,
e del loro accoppiamento.*

15. **C**hiamasi *Solfo* un corpo annoverato fra i minerali, perchè cavasi dalle viscere della terra, nato dall'accoppiamento di un acido vitriolico, e di materia combustibile. Posto questo ad un grado di fuoco moderato si liquefa, ed in piccioli fiocchi detti *flori di solfo* sublimasi: onde, qualora con materie eterogenee trovasi mescolato, il mezzo di depurarlo è la sublimazione.

16. Proprietà del solfo è l'accenderfi, ardere, e distruggerfi interamente posto
nell'

nell' aria libera ad un grado di fuoco alquanto attivo , e maggiore di quello , che è necessario per liquefarlo , propagandosi in esso il movimento igneo con facilità ; e questa è la ragione , per cui s' adopera nella composizione della polvere .

17. Rarefacendosi l' aria d' intorno al solfo , questo più difficilmente s' accende , ed abbrucia a misura , che quella è più rarefatta : dimodochè , se vorremo accenderlo in un recipiente , da cui estratta sia l' aria a tutta forza , converrà applicarvi di continuo un grado di fuoco assai maggiore di quello è necessario ad accenderlo nell' aria libera , e bisognerà , che la capacità del recipiente abbia una proporzione competente colla quantità del solfo , che si vuole abbruciare , acciocchè il fumo troppo condensato non ne interrompa il totale abbruciamento (§. 12.)

L' unico mezzo di discomporre il solfo è l' abbruciamento , con cui la materia combustibile distruggesi , e l' acido vitriolico in vapori s' esala .

18. Il Carbone , di cui ci serviamo per fare la polvere , dicesi un corpo composto di *materia combustibile* , e di *parti terree dense contenute ne' vegetabili* . Per

fare

fare il carbone s'abbruciano questi in modo, che non fiammeggino, ed allora una parte della materia combustibile in essi contenuta intimamente colle più dense parti terree s'unisce. In niun' altra guisa si può scomporre il carbone, se non col fuoco, che sul bel principio dell' abbruciarlo comincia a separare la materia combustibile dalle parti terree, le quali così disgiunte *cenere* appellansi.

19. Proprietà principale del carbone è ardere, e consumarsi posto nell' aria libera ad un competente grado di fuoco, formando talvolta una fiammella turchina. Il più sovente però scintilla, e s'arroventisce senza manifestare fiamma alcuna, nel quale stato agitato dal vento appare di color rosso più vivace, e rilucente a misura, che il vento è più gagliardo, e più presto riducesi in cenere. Per questa sua proprietà s'adopera nella composizione della polvere.

20. Generalmente parlando il carbone non appare rovente, se non dopo che se gli è applicato un grado di fuoco maggiore di quello, che accende il solfo; e la propagazione del movimento igneo in esso, e la totale sua distruzione più
len-

lentamente che nello zolfo si osserva. Questi effetti in grado diverso produconsi secondo le differenti qualità di carbone, osservandosi, che il più leggiero, e che minor quantità di parti terree dense contiene, più facilmente s'accende, e si distrugge.

21. Quanto più intorno al carbone l'aria si rarefa, tanto maggior grado di fuoco è necessario per accenderlo, e conservarlo arroventito (§. 12.)

22. Nasce il salnitro dall' unione dell' acido chiamato nitroso con un alcali fisso, e cavasi singolarmente dalle materie animali, e vegetabili, le quali dopo la putrefazione trovansi mescolate con le pietre, terre, calcinacci ec. Si separa da queste materie colla bollitura nell' acqua impregnata d' un alcali fisso.

Questo sale si cristallizza in lunghi aghi posti gli uni sopra gli altri; essendo la cristallizzazione l' unico mezzo di depurarlo col ripeterla due, o tre volte a misura della qualità delle materie, colle quali trovasi frammischiato. (*Artigl. prat. lib. I.*) Allorchè il salnitro è in tal guisa ben depurato, egli ha sempre le medesime proprietà nel grado medesimo, qua-

qualunque sieno le materie , da cui è stato separato.

23. Le sue proprietà sono lo sciogliersi nell'acqua , e più copiosamente nella bollente , che nella fredda , il liquefarsi a un grado di fuoco maggiore di quello , che liquefa lo zolfo. Se in questo stato di fluidità s' aumenta il fuoco , il salnitro si sublima in particelle visibili , le quali raccolte nella parte superiore d'un vaso chiamansi *fior di nitro*. Allorchè si vuole separare l'acido dall'alcali senza adoperare materia combustibile , che tocchi immediatamente il salnitro , è necessario porlo per lungo tempo ad un grado di fuoco attivissimo , e questa separazione farsi lentamente.

24. Che se qualche corpo combustibile attualmente acceso contiene un competente grado di fuoco , e tocca immediatamente il salnitro , s' eccita con istrepito nel sito del contatto una fiamma attivissima accompagnata da vento , facendosi perciò ivi maggiore di prima l'attività del fuoco (§. 7.) ; in questo mentre l'acido si dissipa , separandosi dall'alcali , ed il corpo combustibile toccante il salnitro si distrugge precipitosamente.

Il residuo alcalino chiamasi *nitro scomposto*, o *nitro fisso*.

25. Questa distruzione del salnitro osservasi sempre sì nell'aria libera, che nel voto; purchè nel voto maggiore sia il grado di fuoco, acciocchè nel corpo combustibile il movimento igneo (§. 12.) conservisi.

26. In due maniere per mezzo del fuoco si può scomporre il salnitro.

1.º Allorchè un corpo combustibile attualmente acceso tocca il salnitro nello stato di solidità.

2.º Allorchè il salnitro trovasi nello stato di fluidità, e talmente arroventito, che può comunicare il movimento igneo al corpo combustibile, che lo tocca.

27. Adoperandosi, per avere il distruggimento del salnitro nella prima maniera, un carbone vegetabile acceso, di qualunque sorta siasi, principia, e continua questo distruggimento fino all'intera consumazione del salnitro, o del carbone. Per la qual cosa volendosi il totale, e contemporaneo distruggimento d'amenue è necessario servirsi d'una quantità di carbone proporzionata al salnitro, ed a misura, che queste materie faranno meglio

glio mescolate, e per conseguenza il contatto fra le parti del salnitro, e del carbone farà meno particolare, più subitamente seguirà l'intero distruggimento.

28. Non essendo il solfo acceso valevole da se solo a scomporre il salnitro d'uopo è mescolarlo col carbone. E sebbene il carbone vegetabile di qualunque sorta s'arroventisca sempre, qualora è posto per un tempo sufficiente al fuoco del solfo acceso, tuttavia l'arroventimento nel carbone manifestasi più tardi a misura, che questo è più denso, o di parti dense terree più abbondante. Onde, se questo mischiamento porrassi ad un grado di fuoco capace sol tanto d'accendere il solfo, affinchè il fuoco di questo accenda anche tutto il carbone, converrà proporzionare non solo le quantità di solfo, e di carbone, ma ancora aver riguardo alla qualità di quest'ultimo.

Determinata questa proporzione tra il solfo, ed il carbone, e mescolando questi con una quantità di salnitro, ancorchè, per rendere più facile l'accensione, queste materie siano ben bene tritate, osserverannosi diversi effetti: Imperciocchè, se in questo composto la quan-

tità del salnitro farà fuor di misura abbondante, questo troppo separerà le parti combustibili; onde, facendosi gli sperimenti nell'aria libera, il fuoco appiccato in una parte del mescolio non farà valevole a propagarsi, e ad accendere le rimanenti parti combustibili; o per la scarsezza della materia combustibile, quantunque questa tutta s'accenda, si terminerà l'abbruciamento molto prima, che il salnitro sia totalmente distrutto. Per lo contrario, se la quantità del salnitro farà troppo poca, questo farà interamente distrutto prima del totale abbruciamento delle materie combustibili. Per la qual cosa è manifesto doverli necessariamente proporzionare queste tre sostanze, affinchè cominci, proseguisca, e termini nel tempo medesimo l'intero distruggimento del salnitro, e delle due materie combustibili. Subito che in una tale mescolanza principia a scomporsi il salnitro, il vento, che s' eccita (§. 24.), rende tutto d'intorno più vivace il carbone già acceso (§. 19.), e facendosi ivi maggiore l'attività del fuoco (§. 7.) la fiamma, che s'innalza, moltiplica l'accensione, e l'intero distruggimento di tutto precipita.

29. Questa maniera di scomporre il salnitro col mezzo del carbone, e solfo accesi è la medesima, con cui s'abbrucia la polvere nell'aria libera, e nelle armi da fuoco.

30. Allorchè si distrugge il salnitro nella seconda maniera (§. 26. n. 2.) cioè, quando questo nello stato di fluidità è arroventito, e talmente penetrato dal fuoco, che facilmente comunica il movimento igneo al corpo combustibile, che s'adopera, il grado di fuoco, con cui principia il salnitro a scomporsi, è sempre maggiore, che nella prima maniera.

Al piattellino AB della Macchina Pneumatica si faldi un ditale C di rame battuto, e sottile colla sua convessità al di sotto. Dentro questo si metta un mescolamento di salnitro, solfo, e carbone, ed applicato al ditale un ferro rovente concavo in D per modo, che esattamente investa il ditale, in breve si vede il mescolamento acceso, ed interamente distrutto. Si metta di nuovo nel ditale uguale quantità del medesimo mescolamento, e soprapposto al piattellino un recipiente di vetro s'estragga l'aria; a misura che questa è più rarefatta, applicato il ferro rovente

FIGURA
L

al grado medesimo, ne nasce più tardi l'abbruciamento; dimodochè essendosi, quanto si può, estratta l'aria, non principia il distruggimento del salnitro, se non dopo la liquefazione di questo, e del solfo, e dopo varie ebollizioni.

31. Per accendere la polvere nel voto d'uopo è usare questa seconda maniera, veggendosi, che la polvere non arde, se non qualora è liquefatta, e in tale liquefazione nata l'ebollizione.

32. Scomposto in amendue le maniere il salnitro dentro un vaso ben chiuso, e lasciato raffreddare il vaso, aprendosi in questo un picciol buco, uscir sentesi tosto un vento, più, o meno gagliardo, ed abbondante secondo la maggiore, o minor quantità di salnitro nello sperimento adoperato. Questo vento nasce dal movimento d'un fluido elastico, che per la distruzione del salnitro sviluppa, il quale dal fumo è diverso, e da questo distinguere necessariamente conviene. Perocchè oltre al potersi il fluido elastico dal fumo in parte separare, il fumo alle pareti interne del vaso dopo alcun tempo s'attacca, e niun effetto indi produce. Per lo contrario questo
flui-

fluido elastico la forza sua dopo qualunque intervallo di tempo, e gli effetti suoi manifesta. Per la qual cosa chiaro è essere *permanente*. In questo fluido elastico permanente consiste quasi tutta la forza della polvere, la qual forza maggiore sempre s' osserva, quando il fuoco è presente, di quel che s' osservi, quando non è presente.

33. Ancorchè tale sia la proporzione del corpo combustibile acceso nel vaso chiuso, che distruggere possa tutto il salnitro nella prima maniera (§. 26. n. 1.); nondimeno, se la capacità del vaso per riguardo alle materie, che nello sperimento s' adoperano, è picciola, e per cagione del contatto troppo parziale delle parti nitrose, e combustibili richiedesi tempo notabile per lo totale loro distruggimento, s' interromperà dal fumo abbondevolmente racchiuso nel vaso, e ritenuto la distruzione del salnitro, estinguendosi il corpo combustibile; onde converrà servirsi della seconda maniera, grado maggiore di fuoco di continuo applicando.

34. Che il fluido elastico permanente si sviluppi solamente dal salnitro, dalla

seguinte sperienza ricavasi. Abbruciando sol tanto solfo, e carbone nel medesimo vaso chiuso, e lasciato raffreddare il vaso, aprendo il medesimo buco non si sente in modo alcuno uscire il vento: perciò e da questo, e da qualunque altro sperimento finora cognito si può dedurre, che nell'abbruciamento di questi due corpi combustibili non si produce un fluido elastico, che sia permanente dopo qualunque intervallo di tempo. Egli è bensì vero, che il fumo, il quale si sviluppa in tempo dell'abbruciamento di queste materie combustibili, è elastico, ma, tosto che cessa il calore in esso, non solo perde l'elasticità, ma assorbe una quantità d'aria naturale, ed una parte del fluido elastico permanente sviluppatosi dal salnitro, qualora questo fluido permanente trovasi mescolato col fumo, il che meglio vedrassi appresso.

35. Dagli sperimenti finora addotti circa la distruzione del salnitro per mezzo del mescolgio di solfo, e carbone accesi, e dagli altri sperimenti, che intorno a questa distruzione per mezzo de' mentovati corpi combustibili accesi fare si possono, costantemente deduconsi queste proprietà:

23

1.° La necessità di certo grado di fuoco per accendere i due corpi combustibili, e di certo grado di fuoco parimente per distruggere il salnitro:

2.° Che questo grado di fuoco dee essere maggiore a misura, che l'aria naturale circondante il mescuglio è più rara, o che il fumo è troppo denso nel sito, ov'è principiato l'abbruciamento:

3.° Che la distruzione del salnitro essendo sempre successiva, il tempo, in cui questa si fa, è più breve a misura, che il contatto fra le parti nitrose, e combustibili è men parziale; la qual cosa si ha e con un mescuglio più esatto delle materie, e con una conveniente proporzione fra queste:

4.° Che dal distruggimento del salnitro si sviluppa un fluido elastico permanente per qualunque intervallo di tempo.

C A P O T E R Z O.

Della Polvere.

36. *LA Polvere per le armi da fuoco* è una materia composta di carbone molto leggero, di solfo, e di salnitro ben depurati. Queste materie si pongono ad una

pesta, o macina di legno, affinchè diventi universale col sottile tritamento, e mescolio il contatto fra le parti nitrose, e combustibili, servendo l'acqua, di cui a volta a volta questa mistura si spruzza, a formare la pasta, che in granelli poi si riduce, e ad impedire nel tempo della battitura, o macina l'innalzamento delle parti più fine del carbone, e del solfo; conservandosi nel tempo stesso la proporzione fra questi tre componenti. Allorchè colla battitura, o macina credonfi ottimamente queste materie rimescolate; (per la qual' operazione suole impiegarsi da' Polveristi un tempo più, o meno lungo a misura, che il salnitro è più, o meno abbondante nella mistura) si fanno colla pasta gli accennati granelli, i quali seccati *polvere per l'armi da fuoco* si chiamano.

37. In questa manipolazione nulla si vede, che alla polvere togliere possa le proprietà osservate separatamente in ciascuna delle sostanze, che la compongono, o nell'accoppiamento delle medesime (§. 35.). Per mancanza di corpo combustibile, atto da se solo a produrrela totale, e precipitosa distruzione del salnitro, s'adoperano

perano nella composizione della polvere il solfo, ed il carbone. Il primo accendesi, come detto è, ad un grado di fuoco alquanto attivo, che facilmente diffondesi, l'attività del quale però non è valevole di per se a sciogliere il salnitro. Il carbone per lo contrario più lento ad accendersi, ed a far penetrare il fuoco in tutte le parti sue, contiene, allorchè è arroventito, grado di fuoco bastevole a produrre del salnitro lo scioglimento. Per la qual cosa combinando insieme queste due materie combustibili, cioè il solfo, ed il carbone in una conveniente proporzione col salnitro, questo composto, qualora è acceso, ha la proprietà necessaria di facilmente propagare il fuoco nelle parti contigue, e, conservandosi arroventito, cagionare la pronta, e totale distruzione del salnitro, se al composto combustibile corrisponde parimente la quantità di questo sale. Perocchè, quando questa conveniente quantità è dal salnitro sopravanzata, il fuoco, per le cose dette, fra le parti combustibili più difficilmente propagasi a misura, che questo eccesso è maggiore; a segno che talora niuna propagazione di fuoco può scorgersi.

gerfi. In fatti , se ad un mischiamento composto di quattordici parti di salnitro , ed una di solfo , e l' altra di carbone appicciasi il fuoco con un carbone acceso , veggonsi ardere solamente le parti del mischiamento toccanti il carbone acceso , ed in niuna guisa dalla fiamma , che s'innalza , alle altre parti il fuoco propagasi , e si comunica.

Per altra parte , quando il salnitro è in minore quantità di ciò , che essere dovrebbe in riguardo alla quantità delle parti combustibili , appiccando in una estremità il fuoco , perchè nel mischiamento le parti del salnitro sono troppo disperse , la fiamma , che manifestasi nello scioglimento del salnitro , è tenue assai , e poco atta a propagarsi per le altre parti del mischiamento ; onde il disfacimento di tutto il composto richiede tempo più lungo , e la quantità del fluido elastico permanente sviluppato , da cui dipende la maggior parte della forza della polvere , è minore. Ciò osserverassi abbruciando una mistura fatta di parti uguali di solfo , carbone , e salnitro.

38. Debbe per tanto necessariamente darsi fra questi tre componenti tale propor-

porzione , in cui seguirà più prontamente la distruzione di tutto il mescuglio , e ricaverassi maggior quantità di fluido permanente in un determinato tempo ; il che costituirà la qualità della polvere più gagliarda. Chiaro è dagli sperimenti accennati nell' antecedente paragrafo questa proporzione essere fra quelle due poste negli sperimenti medesimi.

39. Ne' primi anni , che divulgossi l' invenzione della polvere in Europa molto varie furono e la proporzione ne' mentovati tre componenti , e la grossezza ne' granelli ; onde a misura , che variava o la grossezza di questi , o la proporzione in quelli , la polvere ebbe pure diverse denominazioni.

Sul principio di questo secolo la polvere fu quasi da per tutto ridotta a tre sole diverse proporzioni , e tre differenti grossezze ne' granelli , ed ora da quasi tutti gli Europei una sola specie di polvere in guerra s' adopera. Siccome in questo esame offerverassi , che le proprietà della polvere sono modificate e dalla qualità di questa , e dalla grossezza dei granelli , così per non ripetere ad ogni passo la descrizione delle diverse sorte di polvere

vere, che si porranno in confronto, accenneremo quì le denominazioni de' tempi a noi più vicini; notando, che quanto si dirà delle modificazioni di ciascuna di queste polveri, si dee applicare a qualunque altra specie diversa di polvere.

40. La polvere composta con cinque parti di salnitro, una di carbone, ed una di solfo, se è in tal modo granita, che facilmente possa introdursi nel focone de' nuovi schioppi, chiamasi *polvere da moschetto*, e se la grossezza de' granelli è due, o tre volte maggiore della precedente, si chiama *polvere da cannone*. Quella composta con sei parti di salnitro, una di carbone, ed una di solfo, se ha i granelli della grossezza di quella da moschetto, s' appella *polvere ordinaria da guerra*, e si chiama *polvere fina da guerra*, se i granelli sono più piccioli in circa della metà di questi ultimi. Qualora poi, conservandosi la proporzione medesima, s' adopera carbone di qualità meno densa, e si fanno i granelli come quelli della polvere fina da guerra, si chiama *polvere da caccia*.

Finalmente quella composta con sette parti di salnitro, una di carbone, e una
di

di solfo, e che ha i granelli grossi, come quelli della polvere da caccia, si chiama *polvere da giuoco*.

41. Premesse queste cose cercheremo ora di provare conservarsi costantemente nella polvere, quando le si appiccia il fuoco, e mentre abbrucia, le stesse proprietà osservate nell'accoppiamento de' suoi componenti (§. 35.), modificate però dalla proporzione di questi, dall'esattezza del mescolglio, dalla grossezza de' granelli, e da altre cause, che si indicheranno a suo luogo.

42. Che qualunque grado di fuoco non sia valevole ad accendere la polvere, e che, quando a questa s'accolta un grado di fuoco bastevole ad accendere il solo solfo, segua in essa ciò, che s'è detto (§. 28. e 35. n. 1.), osservasi facilmente gettando vicino alle brage accese diversi granelli di polvere. I granelli contigui alle brage tosto s'accendono, e la distruzione è così subitanea, che non si può distinguere dall'accensione del solfo: ma i granelli alquanto dalle brage distanti fanno dopo breve tempo una fiammella turchina, la quale, passato un tempo sensibile, comincia a divenire più chiara, scor-

gen-

gendosi in essa un movimento maggiore di prima, a segno tale, che giungere si può a distinguere un tenue, e progressivo distruggimento nel salnitro, e crescendo tutto ad un tratto quel movimento s'abbrucia il granello, mentrechè in altri la fiammella turchina svanisce, senza chè il distruggimento loro ne nasca. Finalmente i granelli più lontani dalle brage riscaldansi solamente, nè distruggonsi, nè fiammeggiano. Le istesse cose s'osservano, e più segnatamente, qualora si pongono alcuni granelli grossi di polvere sopra una lastra sottile di ferro, e che questa s'avvicina, o s'allontana dalle brage, per farla scaldare a diversi gradi. Simili fenomeni si manifestano, quando col mezzo d'un vetro convesso si raccolgono i raggi solari, ed uniti dirigonsi sopra alcuni granelli di polvere, purchè col crescere, o sminuire il circoletto formato da' raggi raccolti diverso grado di calore producafi.

43. Da questi sperimenti si ricava, che succede nella polvere ciò, che avviene negli altri corpi combustibili, i quali, non perchè appaiano roventi, o fiammeggianti, sono perciò in quel punto medesimo
già

già interamente dal fuoco confunti. Per
la qual cosa è necessario il far differenza
tra l' accensione , e l' intero abbrucia-
mento , e queste due cose in ciascun gra-
nello distinguere. Questo fatto, che, quan-
do s' appiccchia il fuoco a due granelli di
diversa grossezza , non sempre è sensibi-
le , produce però una gran diversità nella
forza di due uguali quantità di polvere
fatta colla medesima esatta proporzione ,
e qualità de' suoi componenti , e solo nella
grossezza de' granelli fra loro diverse , co-
me manifesto è nel confronto della pol-
vere da cannone con quella da moschetto.

44. Delle seguenti sperienze ci servi-
remo per provare , che il grado di fuo-
co per accendere la polvere dee esser mag-
giore a misura , che l' aria d' intorno a
questa è più rarefatta , o che il fumo è
troppo denso (§. 35. n. 2.).

Al piattellino AB della Macchina
Pneumatica s' adatta il ditale C di rame
battuto , e sottile colla sua convessità all'
insù. Nella concavità D s' introduce un
ferro rovente M , che esattamente a quello
s' unisce , allorchè accendere si vuole la
polvere posta sulla convessità C. Intorno
a questo s' adatta un anello FG di latta

FIGUR.
II.

mobile , dimodochè , coprendo con la polvere la convessità C , una parte di quella stia full' anello tutto d' intorno.

Disposte le cose in tal modo , ed introdotto il ferro rovente M in D , qualora la polvere collocata in FCG è nell' aria libera , ben presto il ditale riscaldato accende e la polvere in C , e l' altra posta full' anello FG . Per lo contrario soprapposto al piattellino AB un recipiente di vetro , e da questo estratta l' aria a diversi gradi , arroventito il ferro al grado medesimo , ed al ditale nella stessa guisa adattato , vedesi la polvere in C più lenta ad accendersi , lasciando , secondochè più , o meno aria dal recipiente è cavata , maggiore , o minore quantità di granelli di polvere in FG intatta : anzi , qualora l' aria a tutta forza è cavata , la polvere sulla convessità C prima d' accendersi si liquefa , e dopo alcune ebollizioni tutt' ad un tratto arde , e si distrugge , circondando colla fiamma sua la polvere contigua FG posta full' anello , la quale non per questo si liquefa , rimanendo intatta parte full' anello , e parte dalla fiamma spinta sopra il piattellino AB .

45. Quest' ultimo sperimento prova , che la polvere sull' anello , essendo in un' aria molto rarefatta , più non s' accende, quantunque circondata dalla fiamma della polvere contigua , che s' è accesa sulla convessità del ditale. In questo caso la Polvere accesa spandesi in ogni banda entro il recipiente , la capacità del quale è molto maggiore del volume , che occupa la polvere ; onde i granelli , che intatti restano , sono solamente circondati da una parte del fuoco della polvere accesa. D' uopo è per tanto addurre quì un altro sperimento , in cui la quantità di polvere adoperata riempia tutta la capacità , e trovifi fra gli spazj de' granelli l' aria naturale in modo , che sul principio dell' accensione possa questa notabilmente rarefarsi. Osservasi pure costantemente in questo secondo caso , che , quantunque il fuoco racchiuso in sì picciola capacità sia assai più attivo , che nell' antecedente sperimento (§. 7.) , ciò non ostante la quantità della polvere accesa si sminuisce sempre più a misura , che l' aria naturale fra i granelli può maggiormente rarefarsi.

ABC è una canna di bronzo, o di ferro, di cui le CC s' adattano alle viti VV d' un recipiente di rame battuto V XZ di capacità d' once 70. cubiche circa. La capacità DF della canna, ove si mette la polvere, si sminuisce a beneplacito col mezzo degli anelli G di giusto calibro, e di diversa lunghezza, collocati in modo, che toccano il fondo F della capacità DF. AHI è un canale conico da A in H, e cilindrico da H in I, più corto della canna ABC d' un semidiametro DD. Entro questo canale impiantasi la bacchetta di ferro KLM lavorata nella parte conica KL in modo, che s' adatta esattamente al canal conico AH, ed impedisce il transito dell' aria, dovendo la parte cilindrica LM della bacchetta essere alquanto più lunga del canaletto HI. Il cappelletto NNO d' ottone, che ha il buco OO minore della bocca DD della canna, s' applica colle spire NN all' estremità BB della canna.

Per servirsi di questa canna si sminuisca con un anello G la capacità DF in modo, che ciò, che rimane DP, sia tutto occupato dalla polvere, che s' adopra nello sperimento, e questa polvere si

rat-

rattenga con un pezzo di vessica di porco legato fortemente alle spire BB. Caricata in tal guisa la canna s'adatti alle spire VV del recipiente, il quale, riposando sulla base XZ, tiene la canna in una situazione perpendicolare colla bocca DD all'ingiù. Si faccia indi arroventire la punta M della bacchetta, e s'introduca nel canale AHI premendola fortemente. Che avverrà? la punta M della bacchetta sporgendo in fuori dal canaletto in I, senza però arrivare alla vessica, accenderà la polvere in R, e la vessica per tale abbruciamento creperà.

Facendosi questo sperimento con un danaro di peso di polvere ordinaria da guerra, allorchè il recipiente è collocato coll'apertura XZ in giù corrispondente a qualche gran vaso, qualunque volta si ripete lo sperimento, non trovasi mai nel vaso granello veruno di polvere non abbruciato. Che se il recipiente è posto sopra il piattellino della macchina pneumatica, ed in esso si rarefa l'aria solamente la metà, trovasi dopo l'abbruciamento un terzo, o la metà circa della polvere intatta sul piattellino. E finalmente, se a tutta forza l'aria dal recipiente s'estrae,

la polvere intatta sul piattellino è $\frac{4}{5}$, o $\frac{3}{5}$.

In questi tre stati diversi del recipiente la canna è sempre caricata al medesimo modo, e colla medesima quantità di polvere, e la vessica di porco fortemente legata in BB impedisce onninamente la comunicazione del recipiente colla capacità DP della canna; onde, quando s' estrae l' aria dal recipiente, non succede variazione alcuna nella capacità della canna comunicante coll' aria esterna per via del canaletto AHI, e conseguentemente, allorchè s' introduce in questo canale la bacchetta arroventita, e la polvere entro la canna, e l' aria fra i granelli sono sempre nel medesimo stato, qualunque sia il cambiamento dell' aria del recipiente. Per la qual cosa, rompendosi la vessica sul cominciare dell' abbruciamiento, l' aria, ch' è fra i granelli della polvere nella capacità DP, scorre nel recipiente, ed a misura, che questa può maggiormente rarefarsi, minore è la quantità della polvere accesa.

È siccome in ciascuno di questi tre diversi stati del recipiente osservasi dalla fiamma della polvere tutta la parete interna DP della canna abbronzata, così,

pi-

pigliando fuoco, e bruciando la polvere in R, non può quella posta al di sopra verso P cadere sul piattellino, senza passare a traverso il fuoco di quella accesa in R al di sotto, e dal medesimo essere circondata. Nè meno adunque in questo sperimento, in cui il fuoco, racchiuso essendo in piccolo spazio, ha maggiore attività di quel, che abbia nello sperimento del §. 44., può questo accendere tutta la polvere, perchè l'aria, in cui essa trovasi, tosto che rotta è la vessica, è troppo rara.

46. Ma ponghiamo fuor d'ogni dubbio questa proprietà della polvere. Caricata nella guisa accennata la canna, s'adatti il cappelletto NO alle spire BB, e si metta uno stoppino al buco O per ritenere la polvere, si leghi fortemente la vessica in qq; indi estraggasi a tutta forza l'aria del recipiente. Osservasi costantemente essere la quantità della polvere accesa sempre più abbondante a misura, che il buco O è più stretto: a segno che, quando questo è a un di presso uguale al buco I del canaletto AHI, tutta la polvere nella capacità DP s'accende, e si consuma interamente. Si consideri ora,

che nell' antecedente sperimento , quando l' aria è estratta a tutta forza dal recipiente , accendesi sol tanto $\frac{2}{3}$ od $\frac{1}{2}$ della polvere , e che in quella accensione buona parte della fiamma sfogasi nel recipiente , rompendo la vessica , mentrechè la fiamma rimanente si dilata in tutta la capacità della canna , le pareti di cui restano sempre dalla fiamma medesima abbronzate. Per lo contrario in questo avendo l' aria , la quale è fra i granelli , e la fiamma prodotta dalla quantità di polvere , che s' accende da principio , minore lo sfogo nel recipiente , per causa del buco O nel cappelletto più stretto della bocca DD della canna , rattiensì in maggior quantità nella capacità DP , nella quale maggiore essendo il grado di fuoco , maggiore è ancora la quantità della polvere accesa : diventando tale accensione universale in tutta la polvere , quando il buco del cappelletto è ridotto quasi al segno sovra descritto.

Non colla sola polvere da guerra , ma colle altre ancora descritte al §. 40. offerverannosi i medesimi effetti , varia unicamente essendo la quantità di polvere , che dal fuoco intatta rimane.

47. Certo adunque essendo per questi sperimenti (§§. 44. 45. 46.), ch'è necessario per accendere la polvere maggior grado di fuoco a misura, che l'aria d'intorno alla medesima è più rarefatta, e che un mezzo per accrescere questo grado di fuoco è il porre un ostacolo alla dilatazione della fiamma, che s' eccita nell' abbruciamento della polvere: d'uopo è ora dimostrare, ch'è parimente necessario maggior grado di fuoco, allorchè il fumo è troppo denso nel luogo dell'abbruciamento.

Osservano cotidianamente gli Artiglieri, che, cadendo le bombe colla spoletta all'ingiù dentro una terra calda, non trovando il fumo veruno sfogo, estinguesi il fuoco nella spoletta, e la bomba rimane illesa; in vece che, quando la bomba cade nell'acqua, mescolandosi facilmente con questa il fumo della spoletta, continua in essa il fuoco, che finalmente fa scoppiare la bomba.

Sogliono caricare queste spolette con una mistura di polvere pesta, solfo, e salnitro. Ora facendosi tre, o quattro di queste misture una più gagliarda dell'altra, e con ciascuna di queste caricando

diverse spolette, se, dopo averle accese, in terra ugualmente ben calda si piantano, od in qualunque altro modo lo sfogo al fumo si toglie, vedesi, aprendo dopo alcuni minuti il buco, nelle diverse spolette la quantità della mistura abbruciata maggiore a misura, che la mistura è più gagliarda, e conseguentemente che, pel grado di fuoco maggiore, s'è abbruciata maggior quantità di mistura, quantunque la densità del fumo sia quasi la medesima nelle diverse spolette, perchè queste sono state in terra ugualmente calda piantate.

Avvertasi in questi sperimenti, che le misture non siano troppo gagliarde per evitare lo scoppio delle spolette, che, tali essendo, infallibilmente succederebbe.

48. Provate le due prime proprietà passiamo a far vedere, che, quando s'appiccia il fuoco ad alcuni granelli di polvere, l'accensione de' granelli contigui, e l'intero abbruciamento di ciascun granello segue successivamente (§. 36. n. 3.), e che la velocità, con cui il fuoco s'apande tutto d'intorno ad accendere gli altri granelli, è maggiore della velocità, con cui il fuoco penetra nell'intima sostanza di ciascun granello.

Dimostrato è nelle meccaniche , che qualunque movimento , per quanto siasi rapido , e corto , succede sempre in un determinato tempo ; sebbene per la sua brevità ci sembri talvolta momentaneo , ed indivisibile. Per la qual cosa , succedendo l'accensione , ed il totale abbruciamento della polvere pel movimento della materia ignea , che dal sito , ove principia l'accensione , propagasi tutto d'intorno , necessariamente l'effetto d'amendue seguirà in un determinato tempo , e questo modificato dall'attività del fuoco , dalla proporzione de' componenti della polvere , dall'esattezza del mescolio , dalla grossezza de' granelli ec.

Allorchè s' applica fuoco sufficiente ad un granello di polvere , la prima azione sua è sopra la superficie del granello , penetrando di poi anche nell' interno (§. 43.). A misura , che la materia esteriore del granello s' accende , dilatasi tutto d'intorno una fiamma , che accende i granelli circonvicini , se il grado di calore , con cui ad essi s' accosta , è bastevole , e la rarità dell' aria , che gli circonda , non l'impedisce ; mentrechè il fuoco , che ha acceso il primo granello , continua

nua ad inoltrarsi verso il centro di questo fino all' intero suo abbruciamento. Due cose per tanto bisogna distinguere nell' accensione , e totale destruzione della polvere : l' una è l' espansione tutto d' intorno del fluido infuocato , che , staccandosi dalla superficie de' granelli già accesi , i granelli circonvicini involupa : l' altra è la penetrazione del fuoco dalla superficie di ciascun granello verso il proprio centro ; minore sempre essendo la velocità , con cui il fuoco s' insinua nella materia del granello , di quella , con cui si spande tutto d' intorno in forma di fiamma , passando per gl' interstizj , che trovansi fra i granelli.

49. Niuno , m' immagino , negherà essere necessario certo tempo determinato per l' intero abbruciamento di ciascun granello , badando alla seguente osservazione. Fatti colla solita mistura della polvere alcuni granelli grossi come palle di pistola , e seccati , se ad uno d' essi il fuoco s' appiccica , vedesi assai sensibilmente , che nell' inoltrarsi dalla superficie verso il centro del granello il fuoco passa certo determinato tempo , più lungo però , o più corto secondo la diversa grossezza de' granelli

nelli medesimi : onde niun' altra differenza passando tra i granelli della polvere ordinaria , e gli accennati poc' anzi , che la grossezza , debbono anch' essi dal fuoco essere totalmente distrutti in un certo determinato tempo , ancorchè più breve. Posto questo , chiaro è parimente , che l' accensione de' granelli circonvicini a quelli , che già ardonno , seguir deve in certo determinato tempo : per nulla dire di ciò , che ad occhi aperti si vede , qualora il fuoco s' appiccica all' estremità d' un seminato , o d' una striscia di polvere.

50. Ma proviamo con uno sperimento , che queste cose accadono anche successivamente , allorchè s' appiccica il fuoco alla polvere racchiusa in una capacità , in cui il fluido infuocato più denso essendo , più attivo è ancora di quel , che sia , quando la polvere s' abbrucia nell' aria aperta.

Alla canna descritta (§. 45.) s'adatti un cappelletto NO col buco O di tal grandezza , che , estrarra l' aria dal recipiente a tutta forza , la metà in circa , od un terzo della polvere contenuta nella canna s' accenda. Se dopo avere appiccicato il fuoco colla bacchetta arroventita , e que-
sta

FIGUR
III.

sta lasciata raffreddare s' introduce a poco a poco l' aria nel recipiente , e con delicatezza si leva il cappelletto dalla canna , usandosi attenzione nel fare lo sperimento s' osserva ,

1.° La punta M della bacchetta isolata , perchè , essendo per ogni intorno abbruciata la polvere , si fa una cavità quasi sferica ;

2.° Ciascuno de' granelli , che formano le pareti di questa cavità , confunto in parte verso la cavità ; la qual cosa si distingue con un nitro fisso , e di superficie assai liscia , che ivi rimirasi sovra ciascun granello :

3.° Finalmente i granelli rimanenti , che trovansi fra quelli costituenti le pareti della cavità , e la superficie interiore della canna , imbianchiti dal solfo abbruciato , e le pareti della canna abbronzate. Provata è dunque e l' espansione successiva del fuoco tutto d' intorno fra gl' interstizj degli altri granelli , come detto è (§. 45. 46.) , e la penetrazione successiva del fuoco dalla superficie verso il centro di ciascun granello.

51. Ma non basta la prova dell' abbruciamento successivo di ciascun granello ,

e della successiva accensione de' granelli circonvicini a quelli, ch' ardono; dimostrare ora conviene, che la velocità, con cui il fuoco si spande tutto d' intorno, passando per gl' interstizj fra granelli, è maggiore di quella, con cui il fuoco dalla superficie di ciascun granello penetra verso il centro. Se adunque considereremo in primo luogo, che il fluido infuocato attraversando gl' interstizj fra i granelli non incontra altra resistenza, se non se l' aria naturale fra i medesimi posta, e facile ad essere per la sua rarità penetrata; in secondo luogo, che il fuoco, il quale dalla superficie s' insinua verso il centro del granello, attraversa una materia assai più salda; scorgeremo manifestamente, che di gran lunga maggiore essendo nel secondo caso la resistenza, molto ritardata la velocità esser debbe.

Lasciando da parte i tanti sperimenti, che in prova di ciò, che detto abbiamo, si possono fare, a questo solo ci atterremo. Si prenda una canna da pistola, e, chiuso il focone, s' empia di polvere fino alla bocca: appiccato da questa parte il fuoco votasi con un subitaneo scoppio la canna. Riempiasi di nuovo con altra polvere

vere la canna , ed a tutta forza si comprime per togliere affatto gl' interstizj fra i granelli , e far d' essi , per così dire , un corpo solo , il tempo , in cui tutta distruggesi la polvere accesa nella bocca della canna , è in questo secondo caso sensibile , e lungo. Osservasi dunque nel primo sperimento la gran velocità , con cui il fluido infuocato dalla bocca della canna passa fino al fondo attraversando gl' interstizj fra i granelli ; e nel secondo sperimento si scorge , che , penetrando il fuoco dalla bocca della canna con istento nell' intimo della polvere per giungere fino al fondo , la velocità è molto ritardata.

52. Dai tre precedenti paragrafi deducesi ,

1.° Che , se s'abbruciano due uguali quantità di polvere , delle quali la proporzione nei componenti sia la medesima , e varia solamente sia la grossezza de' granelli , a cagion d' esempio , polvere da cannone , e polvere da moschetto , sarà quest' ultima totalmente consumata dal fuoco in tempo più breve di quella : avvegnachè essendo i granelli della polvere da moschetto più piccioli di quelli della polvere da cannone (§. 40.) , il fuoco cir-

conda

conda una maggior superficie, onde maggiore quantità di materia accendesi da principio, e più velocemente tutta distruggesi per causa dello spazio minore, che percorrere deve il fuoco della superficie fino al centro di ciascun granello.

2.° Che questo tempo più breve dipende non solo dalla minor grossezza de' granelli, ma anche dalla facilità, che trova il fuoco, che si spande nell'attraversare gl'interstizj fra i granelli. Chiaro è per altro, che questa minor grossezza de' granelli dee essere limitata. Perocchè posti i granelli troppo piccioli, e sminuendosi perciò a tal segno gl'interstizj fra questi, che il fuoco nel dilatarsi con istento gli attraversi, seguirà necessariamente il totale abbruciamento della polvere in un tempo più lungo.

53. La scabrosità della superficie de' granelli, e la diversa loro figura varia rende parimente l'accensione, ed il totale abbruciamento della polvere. Da poi che la polvere è stata granita collo staccio, i granelli sono di figura molto irregolare, e di superficie scabrosa. In alcune Polveriere, per dare a questi una figura simile, mettono la polvere in un barile collocato

locato su due perni , e per qualche tempo sopra essi aggirato lo ne separano il polverino , rimanendo i granelli rotondi , ed affai lisci . Paragonando la polvere fatta in questa guisa con un' altra , i granelli di cui sono di figura irregolare , e di superficie scabra , sebbene la proporzione de' componenti sia la medesima , osservasi , che quest' ultima più facilmente s'accende appunto , perchè scabrosa è la superficie de' granelli . Siccome però gl' interstizj fra granelli di superficie liscia , e di figura rotonda maggiori sono di quelli lasciati da' granelli di figura irregolare , e servendo tali interstizj a rendere più , o meno facile , e veloce l' accensione , e l' intero loro abbruciamento , potrebbesi la grossezza sminuire de' granelli rotondi , acciocchè uguali lasciandosi e dall' una , e dall' altra polvere gl' interstizj possa il fuoco in amendue colla medesima facilità , e velocità dilatarsi , e produrre più subitaneo il totale abbruciamento . Per la qual cosa , se la polvere irregolarmente granita , e di superficie scabrosa più facilmente s' accende , scegliere si può tale proporzione fra la grossezza di questi granelli , e la grossezza di quelli di superficie

cie

tie liscia , e di figura rotonda , che nel più veloce , ed istantaneo abbruciamento si superi , o si compensi la maggiore difficoltà , che s'incontra nel principiare l'accensione.

54. Le qualità fin' ora considerate proprie sono di tutte le polveri descritte (§.40); le quali suppongonsi ben fatte con materiali scelti , e secche al medesimo grado , nel qual caso le variazioni , che talora offerverannosi , da null' altro nasceranno , che dalla diversa proporzione ne' componenti , grossezza de' granelli , figura , e scabrosità della superficie. Nondimeno se , buoni essendo i materiali , non saranno fra di loro ben bene rimescolati , l'accensione de' granelli , e l'intero loro abbruciamento seguirà più difficilmente , e varj saranno più sensibilmente gli effetti.

55. Resta finalmente da dimostrare , che nello abbruciare della polvere sviluppa da essa abbondantemente un fluido elastico , ch' è per qualunque intervallo di tempo permanente (§. 35. n. 4.) , e da cui la maggior parte dipende della forza della polvere.

ABCZ è un cilindro di bronzo vuoto interiormente. Nelle spire BC s'im-
D pianta

FIGURA IV.

pianta un pezzo di metallo DEF. GG è una chiavetta per aprire, e chiudere la comunicazione fra le due parti del canale HH. Alle spire FF s'adatta un fucile pneumatico MM per ricevere il fluido elastico, che si sviluppa nella capacità BP. Il maschio di bronzo IKL s'impianta nelle spire AP, posta la polvere nella capacità PB. *Lm* è il focone, *no* la piafretta di ferro mobile, a cui è unita una picciola spoletta *op*, e queste cose sono adattate tutte alla cavicchia K &. *qr* è un pezzo di ferro liscio, che per mezzo della molla *Vy* scorre entro un canale, e mettesi, allorchè è libero, nella positura *ts*, e, chiudendo il focone in *m*, impedisce onninamente il passaggio dell'aria; di modo che, quando tutti i suddetti pezzi a vite posti sono al luogo loro, e che il pezzo di ferro *qr* è nella positura *ts*, il fluido elastico racchiuso nella capacità PB, benchè sia molto condensato, non può da veruna parte sfuggire. QQ sono i perni per collocare la macchina sopra un cavalletto.

Per servirsi di questa macchina conviene situarla in posizione verticale, di modo che la polvere nella capacità BP
 stia

51

stia nel sito $B X$, avendo riempito prima con grasso di porco il canaletto Hh , acciocchè l'azione della polvere in $B X$ non sia immediata contro la chiavetta GG , e con ciò, che, ardendo essa, lascia di feccioso, non ne impedisca l'apertura. Con un filo di seta attaccato a due chiodetti, che posti sono lateralmente al buco m , si rattiene il ferro qr in questa posizione. Si carica di poi la spoletta con polvere, e s'empie di polverino il focone Lm . Fatto questo s'impianta il maschio IK nelle spire AP , e s'appiccica il fuoco in L , che giungendo in m accende la spoletta in o , ed abbruciando nel tempo stesso il filo di seta, lascia libero il ferro qr , che per causa della molla Vy s'avanza in st , e chiude il buco m . Intanto il fuoco della spoletta da o arriva in p , ed accende la polvere BX in tempo, che il focone è già chiuso in m , e che per maggiore sicurezza si chiude poi con una picciol vite posta in L , tosto che si conosce essere abbruciata la polvere BX (il che non può se non dal maggior calore del cilindro $ABCZ$ conoscersi, nùn movimento nella macchina manifestandosi). Mettesi dopo questo una palla di calibro

entro il fucile pneumatico (Fig. V.), e diretta la macchina verso una tavola col semicerchio di ferro BB, il quale, passando in mezzo alla piastrina C, si ferma con una vite nella direzione, che si vuole; indi dato un mezzo giro alla chiavetta GG (Fig. IV.), perchè la capacità BP, e quella del fucile pneumatico comunichino insieme, si tocca il grilletto A, e tosto la palla esce dal fucile con grand' impeto, penetrando la tavola nella stessa guisa, che se il fucile pneumatico fosse stato riempito d'aria a gran forza.

La capacità BP può contenere dieci once di polvere da guerra, ed abbruciando dentro questa una sol' oncia, si tirano da 16. in 18. colpi a palla con forza tale, che in distanza di quaranta passi la palla pertugia in ciascun colpo una tavola d'albero di grossezza $\frac{1}{8}$ d'un piede, dopo i quali chiudendo colla chiavetta GG, e levando il fucile pneumatico dalle viti FF, posta ivi una gran vessica, e rigirata la chiavetta G, tosto la vessica s'empie d'un fluido invisibile, che rattenuto chiuso per molti giorni non isminuisce sensibilmente di volume, e nel freddo inverno ancora dimostrasì sempre elastico in qua-
lun-

lunque sperimento; di modo che può per conto dell' elasticità questo fluido paragonarsi all' aria, che respiriamo.

Allorchè togliesi il maschio K I, veggonsi le pareti interne B P X coperte di molta immondezza, che raccolta, ed esaminata osservasi essere un alcali fisso, il quale attrae l'umido con facilità, e cade in deliquio, se s' espone ad un' aria di vapori abbondante.

56. Sviluppandosi per tanto dalla polvere, che il fuoco abbrucia, abbondante quantità di fluido elastico permanente, il quale produce gli effetti suoi dopo qualunque intervallo di tempo, convien dire, che in tempo dell' abbruciamento il fluido, che attualmente si sviluppa, e quello, che già è sviluppato, abbiano maggior forza elastica.

S' adatti per provarlo il barometro alla macchina pneumatica, ed estratta l'aria dal recipiente s'appicci il fuoco alla polvere collocata nel ditale (Fig. I.). Nel tempo dell' abbruciamento discende assai basso il mercurio, di poi salendo dopo alcuni ondeggiamenti si ferma apparentemente per qualche tempo al di sotto dell' altezza, in cui era prima dell' accensione; di modo che in questa stazione apparen-

te s'ha l'effetto del fluido elastico permanente ridotto alla temperatura dell'aria, e nel primo abbassamento del mercurio si ravviva l'effetto del medesimo fluido in tempo della presenza del fuoco molto maggiore dell'altro. Ora, se in vece di abbruciare la polvere nel voto, si abbrucerà nel pieno, in qualunque guisa si faccia lo sperimento, purchè distinguere chiaramente si possano gli effetti di questo fluido ne' due tempi diversi, vedrassi sempre essere l'elasticità sua di gran lunga maggiore, allorchè il fuoco è presente, di quel, che sia, quando il fuoco è terminato.

57. Dalle cose dette' (§. 32. 34.) chiaro è, che la quantità del fluido permanente è sempre proporzionale al salnitro contenuto nella polvere abbruciata, sviluppandosi solamente dal salnitro, e nulla producendosi dall'abbruciamento del solfo, e del carbone. Tuttavia se vuolsi ciò confermare con altri sperimenti, s'abbrucino diverse quantità di polvere, o della medesima qualità, o di qualità diversa sotto il recipiente della macchina pneumatica, cavando ugualmente l'aria in ciascuno sperimento. Osservando la stazio-

39

ne apparente del mercurio si vedrà, che gli abbassamenti di questo sono sensibilmente in ragione del salnitro contenuto nelle diverse quantità, e qualità delle polveri abbruciate.

58. Quantunque negli sperimenti de' §§. 55. 56. 57. l'intrusione delle palle nella tavola, e la stazione apparente del mercurio sieno effetto del puro fluido elastico permanente sviluppato dal salnitro contenuto nella polvere, ciò non per tanto la forza di questa nel tempo, che abbrucia, attribuire non si può unicamente al fluido permanente. Perocchè in tal tempo e il fumo, e l'aria naturale contenuta nella materia della polvere, e negli interstizj de' granelli sono anche essi dilatati dal fuoco.

59. Da tutti gli sperimenti fatti finora intorno al fumo consegua, che questo è elastico, allorchè è caldo. Perciò credesi con ragione, che il fumo, il quale sviluppa nell'abbruciare della polvere, porre si debba nelle cause, che la forza di questa producono: ma, tosto che egli si raffredda, non solamente cessa d'essere elastico, ma assorbe eziandio certa quantità di fluido permanente. E sebbene nel

tempo dell' abbruciamento non si possa il fumo separare dal fluido permanente, per misurare qual parte ciascuno abbia nella forza della polvere, si può nondimeno dedurre, che la maggior parte della forza dipende dal fluido permanente.

60. L'aria naturale frammischiata tra i granelli di polvere, e quella rattenuta ne' granelli medesimi, dilatandosi anch' essa nel tempo dell' abbruciamento, contribuisce parimente alla forza della polvere. Di questa non è difficile il misurare l'azione, ancorchè picciola sia in paragone dell' elasticità del fluido permanente, che sviluppa dalla polvere, che presentemente adoperasi in guerra.

61. Dalle cose premesse facilmente si deduce, che la minore lunghezza dei tiri delle armi da fuoco, allorchè sono da precedenti spari riscaldate, o qualora l'aria dell' atmosfera è dal calore più rarefatta, attribuire non si deve alla minore elasticità di quest' aria, ma sì bene alla seconda proprietà della polvere, la quale circondata essendo da un' aria più rara s'accende in minor quantità, ancorchè la carica sia la medesima, dal che ne proviene poi necessariamente il tiro minore,

57

come più diffusamente proverassi con altri sperimenti nelle armi da fuoco.

62. Per l'istessa ragione la forza maggiore, che manifesta la polvere posta ad una lunga battitura, o macina, e la forza, che dopo una nuova battitura riacquista la polvere deteriorata, non viene dalla maggior quantità d'aria, che alcuni hanno creduto, che s'imprigioni a viva forza nella sostanza della polvere in tempo della battitura, ma dal mischiamento più esatto delle materie, che con una lunga battitura si produce; donde ne nasce poi e un più subitaneo abbruciamento di ciascun granello, ed una maggiore quantità d'essi accesi nel medesimo tempo.

63. Per maggiormente confermare questa conseguenza basta osservare da che proceda il deterioramento della polvere bene fabbricata. Questo da due cause ordinariamente deriva:

1.º Dall' eccessivo calore;

2.º Dall' umidità.

I Polveristi nel far seccare la polvere hanno l'avvertenza di sovente rimiscolarla, e dopo averla rimossa dal sole di lasciarla raffreddare prima di metterla ne' barili, perchè, dicono essi, nel gran-

calore la polvere ribolle . In fatti se , mentre la polvere è molto calda , si chiude entro un barile per alcune ore , indi adagio adagio votasi sopra una tela , s'osserva , che buona parte de' granelli , e massime quelli posti nel mezzo del barile , si sono uniti fra loro con una specie di colla . Ora , se s' esamina attentamente questo fatto , si conosce , che l' unione de' granelli è nata pel gran calore della polvere , il quale avendo fatto liquefare il solfo , e scolare una parte di questo da un granello verso l' altro , nello indurirsi la liquefazione sono rimasti uniti que' tali granelli ; in vece che , se si lascia raffreddare la polvere prima di chiuderla nei barili , non s' osserva mai unione alcuna fra i granelli . Per la qual cosa qualora o tutto , o in parte il solfo nella polvere si liquefà , dannosa è sempre , e pregiudiziale tale liquefazione all' accensione , ed al subito abbruciamento d' essa (§. 27. 28.) , togliendo il debito esatto mischiamento de' componenti , il quale avere non si potrà , se non col rimettere ad una nuova battitura la polvere .

Che se il calore non è bastevole a far liquefare il solfo, vedesi dopo la dissecazione, e segnatamente nelle polveri già da qualche tempo fabbricate, e divenute alquanto umide, vedesi, dico, staccata quantità abbondante di polveruzza. Ch'è tale polveruzza? Per lo più la maggior parte di tale polveruzza è solfo, e carbone. Quella polvere adunque, da cui somiglianti parti staccate si sono, avrà dopo la dissecazione cambiato di qualità. In fatti ciascun granello, da cui più abbondantemente si è il solfo, ed il carbone staccato, diventa di due qualità, cioè conserva nell'interna sostanza la qualità di prima, e perde nella superficie la maggior parte del solfo, e del carbone necessario per la facile, e pronta accensione. Perciò, quando a questi granelli accostasi il fuoco, principiano ad ardere lentamente, finchè penetrando nel massiccio del granello egli incontra sufficiente quantità di solfo, e carbone, e ne accelera l'abbruciamento. Essendo adunque più lunga la successione del totale abbruciamento, chiaro è più debole essere necessariamente la polvere per questo conto.

Ora,

Ora, se questa polvere di forza debole si rimacina, i granelli per causa del nuovo mischiamento diventano omogenei, sì nella superficie, come nell'interno, e la polvere per lo sminuimento copioso del carbone, e del solfo diventa d'un'altra qualità, nella quale il salnitro è più abbondante di prima relativamente al solfo, ed al carbone: a tal che, se la polvere avanti di diventare umida non era della più forte, che fare si possa, per la scarsezza del salnitro, dopo questa seconda battitura riesce polvere più forte di prima. Per lo contrario, se la polvere prima di divenire umida era della più forte, che fare si possa per riguardo alla proporzione de' suoi componenti (§. 38.), perdendo nella dissecazione solfo, e carbone, diverrà sempre più debole di prima, ancorchè di nuovo si rimacini. Dalle quali cose deducesi a null'altro servire il macinamento, che a triturare, e ben rimescholare i componenti della polvere; e quando il contatto fra le parti combustibili, e nitrose è giunto per la trituratione, e pel mischiamento al massimo segno, essere affatto inutile la più lunga, e replicata macinatura, o battitura.

64. E' incontrastabile , che nella polvere ben fabbricata , e secca facilmente penetra l'umidità , la quale sminuisce la forza sua : e se la cotidiana osservazione della polvere posta ne' magazzini molto umidi , sebbene custodita diligentemente ne' barili , non bastasse ad accertare tale verità , lo sperimento seguente la farà vie più chiara .

Si pesi con diligenza , ed esattezza certa quantità di polvere fatta secca ben bene, e posta in una camera temperata, e chiusa , in cui non appariscano vapori sensibili , si lasci per tre , o quattro ore . Pensando di nuovo , passato questo tempo , la polvere , trovasi il suo peso accresciuto . Questa medesima polvere posta in un'aria di vapori ripiena in breve tempo cresce assai di peso . Per la qual cosa facendosi gli aumenti di peso in questa polvere maggiori a misura dell'abbondanza de' vapori nell'aria contenuti , e del maggior tempo , che la polvere sta esposta a quest'aria , chiaro è , che facilmente nella polvere penetra l'umidità .

65. Per tanto , se certo grado di fuoco valevole sol tanto ad accendere la polvere secca circonda una polvere umida,

da, quest'umidità avviluppando le parti combustibili impedirà in tutto, o in parte il contatto fra il corpo combustibile, ed il fuoco. Da ciò avviene, che o i granelli non s'accendono, o l'accensione in ciascuno è poca; onde, minore essendo il fuoco dilatativo, minor numero di granelli s'accende anche tutto d'intorno. La stessa cosa succedendo nel penetrare del fuoco dalla superficie di ciascun granello verso il centro, ne viene perciò il totale abbruciamento necessariamente in un tempo più lungo, come sensibilmente scorgesi, allorchè accender si vuole la polvere molto umida; onde conchiuder con ragione si può, che l'umidità, per poca che sia, sminuisce sempre l'azione, e la forza della polvere.

Il salnitro, quanto meno è depurato, più facilmente attrae l'umidità; dunque e per questa ragione, e perchè le materie, che lo rendono impuro, ne impediscono ancora, quando è tocco dal fuoco, lo scioglimento, e ne sminuiscono la quantità, si dovrà al maggior segno depurare il salnitro, che s'adopera nel fare la polvere.

66. Per la qual cosa , acciocchè la polvere divenuta umida quella efficacia riacquisti , che ha perduto , basta farla seccare ad un calore moderato per evitare gl' inconvenienti indicati (§. 63.) . Che se l' umidità nella polvere penetrata è tale , che abbia fatto liquefare in parte il salnitro , necessariamente in questo caso rimacinare bisogna la polvere per riavere l' esatto mischiamento fra le parti combustibili , e nitrose . Finalmente , se in questa liquefazione la polvere perduto ha una parte del salnitro (il che si conosce col feltrare una certa quantità di polvere seccata prima , e pesata) , aggiunger di nuovo debbesi il salnitro perduto in tutta la polvere , e riporla ad una nuova macinatura per tutto quel tempo , ch' è necessario per far nuova polvere .

67. Conoscendosi per tanto dalle proprietà dimostrate della polvere , che la sua forza dipende da un fluido elastico , il quale sviluppati nel tempo del suo abbruciamento , e quest'abbruciamento facendosi sempre in tempo determinato , e con maggiore , o minore velocità a misura della diversa proporzione de' componenti d' essa , del
mag-

maggiore, o minor contatto fra le parti combustibili, e nitrose, della varia grossezza di granelli, ec. conchiudere ragionevolmente si può *doversi preferire per la maggior forza quella polvere, da cui in paragone d'altre ugualmente secche, ed accese in un'aria ugualmente densa si sviluppa maggior quantità di fluido elastico in un tempo determinato.*

CAPO QUARTO.

Le proprietà medesime della polvere s'osservano nelle armi da fuoco di qualsivoglia calibro.

68. **S** Io non m'inganno, si è con tanta evidenza, e così generalmente provato, che qualsivoglia grado di fuoco non è bastevole ad accendere la polvere, e che la forza di questa dipende sempre dal fluido elastico, il quale nell'abbruciamento sviluppassi, che sembra superfluo il qui addurre altri sperimenti per confermarlo. Lo stesso dire non si può della seconda, e terza proprietà della polvere (§. 44. 48. 49.), le quali per verità sono meno triviali,

viali, e non essendo note bastantemente, hanno bene spesso cagionato discrepanze fra gli Artiglieri, trattandosi della carica, e della lunghezza de' pezzi. Per altro queste due proprietà non meno, che la prima, e la quarta s' osservano sempre in tutte le armi da fuoco, ed in qualunque altra capacità s'abbruci la polvere, e sono parimente dalle cause indicate (§. 41.), e da altre, che s'indicheranno, diversamente modificate.

69. In fatti osservasi la seconda proprietà in tutte le armi da fuoco, allorchè in queste s' appiccia il fuoco a diverse quantità della medesima polvere; perchè o tutti, od una sol parte de' granelli s' accendono, secondo che il grado di fuoco, che gli circonda, è maggiore, o minore, e l'aria naturale, che sta attorno a' granelli, è o più densa, o più rara.

A cagion d' esempio, se una quantità di polvere da guerra tutta s' accende entro un pezzo di gran calibro, la quantità medesima di polvere non tutta abbrucia entro un pezzo di minor calibro. In un medesimo pezzo caricato con due diverse quantità di questa polvere la carica

mediocre s'accende tutta, e la soprabbondante s'accende sol tanto in parte. Che se in questa carica soprabbondante s'accresce la resistenza allo sfogo della polvere con uno stoppaccio forte, con una palla più esatta ec., la quantità della carica accesa è maggiore di quando il pezzo è sparato con un semplice stoppaccio, e senza palla. Il che costituisce la seconda proprietà della polvere, come già si è veduto (§. 44. 45. 46. 47.).

70. La terza proprietà della polvere osservasi parimente in tutte le armi da fuoco, ed in ogni altra capacità, essendo sempre l'abbruciamento di ciascun granello, e l'accensione degli altri circostanti successiva in tutte le diverse qualità di polvere. Le diverse modificazioni in ciò dipendono non solo dalla grossezza de' granelli, dalla proporzione ne' componenti ec., ma ancora dalla capacità, in cui si fa l'abbruciamento. Per esempio, se in due capacità disuguali s'abbruciano due uguali quantità di polvere da guerra, il fuoco nella minore capacità essendo più intenso accelera l'abbruciamento di ciascun granello, e la polvere è onninamente consumata tutta in un tempo più

più breve , che nella grande capacità. Lo stesso si dica , se abbruciasi uguale quantità di polvere da guerra in due capacità uguali , in modo tale però , che l'una di queste resista all' azione della polvere , e l'altra ceda , e si spezzi sul bel principio dell' accensione ; perocchè essendo il calore più intenso nella capacità resistente , che nell' altra , da questo s'accelera pure l'abbruciamento di ciascun granello.

71. Per provare adunque , che l'accensione della polvere nelle armi da fuoco di qualsivoglia calibro dipende dalla densità dell' aria negl' interstizj de' granelli , e dal maggior fuoco , che gli circonda (§. 69.) , si metta entro una canna da schioppo , o da pistola tanta polvere ordinaria da guerra , che occupi la lunghezza di quattro , o cinque diametri del calibro , ed a solo fine di ritenere la polvere in fondo della canna si soprapponga leggermente uno stoppaccio di materia difficile ad accendersi . Si spari questa canna colla bocca dentro un vaso ampio , e fatto a posta per raccogliere le materie cacciate fuori dalla canna . Veggonfi dopo lo sparo nel vaso diversi granelli di polvere non tocchi dal fuoco , che raccogliere bisogna ,

e pesare . Rifacciasi più d'una volta questo sperimento colla medesima canna, colla medesima quantità, e qualità di polvere, e vedrassi, purchè si lasci ogni volta raffreddare la canna, che la polvere non tocca dal fuoco è a un di presso sempre uguale dopo ciascuno sparo . Aggiungasi, che, se in vece d'una sola canna se n'adoperano due, o tre del medesimo calibro, ma d'ineguale notabile lunghezza fra loro, per esempio in ragione di 1, 2, 4., e queste si caricano colla medesima quantità, e qualità di polvere nella maniera, che poco fa abbiamo accennato, parlando d'una sola canna, si raccoglierà nel vaso quasi la medesima quantità di polvere uscita non tocca dal fuoco da ciascuna canna : di modo che la maggior lunghezza di queste non contribuisce all'accensione d'un numero maggiore di granelli, salvo che si faccia lo sperimento con polvere ben secca, ed in tempo, che l'atmosfera è priva quasi affatto di vapori .

Nè credasi già, che ciò, che di queste canne si è detto, diverso sia da quel, che ne' pezzi di gran calibro s'osserva . Si carichi un pezzo da ll. 32. con ll. 10. di polvere ordinaria da guerra, tutta la carica

rica raccogliendo in fondo dell' anima in guisa , che nessun granello sparso rimanga . Soprapposto per rattenere la polvere in tale sito lo stoppaccio , si collochi il pezzo orizzontalmente sopra la neve indurita , o sopra uno stagno agghiacciato, e si spari . Dopo lo sparo si vede bensì molta immondezza avanti la bocca del pezzo , ma difficilmente si trovano granelli di polvere non tocchi dal fuoco . Si carichi di nuovo il pezzo con ll. 30. della medesima polvere colle accennate avvertenze , e volta la bocca del pezzo in altra banda , per poter conoscere la diversità dei due spari , s' osservano dopo questo secondo sparo diversi granelli sparsi sopra la neve non tocchi dal fuoco . Finalmente , se si spara il pezzo caricato con ll. 60. di polvere , i granelli sparsi sopra la neve non tocchi dal fuoco sono in maggior copia , che nel secondo sperimento.

Facendo per tanto vedere l' esito costante di questi sperimenti , che in qualunque arma da fuoco evvi un certo limite nella quantità di polvere , che s' accende ; rimane ora da provare , che ciò nasce dall' intensità del fuoco , e dalla densità dell' aria contenuta negl' interstizj de'

granelli , e che , variando la proporzione in queste cause , varia è anche la quantità di polvere accesa nel medesimo pezzo , posta la medesima carica da uno sparo all' altro .

72. Caricate le mentovate canne colla medesima quantità , e qualità di polvere , se in vece del semplice stoppaccio posto leggiemente sopra la polvere uno a gran forza se ne pone , o in qualunque altra maniera s' accresce notabilmente la resistenza allo sfogo della polvere , che nelle canne s' accende , qualora queste si sparano , raccogliessi nel vaso minore quantità di polvere non tocca dal fuoco . Questo oltre all' essere conforme a quanto già è stato provato (§. 46.) , perchè a motivo di questa maggiore resistenza il grado di fuoco diventa maggiore , e più intenso nel sito della carica , serve egregiamente a provare la successiva accensione de' granelli .

E' però qui da notare , che la maggiore quantità di polvere accesa , quando s' accresce la resistenza allo sfogo della polvere , non è sempre proporzionale all' accrescimento di tale resistenza . Poichè avviene in certe determinate circostanze ,
che

che per piccolo aumento di resistenza s'accende maggior quantità di polvere, di ciò che se n'accenda con maggiore accrescimento di resistenza in altre circostanze.

Che poi la diversa densità dell'aria contenuta fra' granelli produca varietà nella quantità di polvere, che s'accende dentro un'arma, oltre le prove concludentissime, che ne abbiamo pel mezzo della macchina descritta nella figura terza, vedere facilmente il possiamo con altri sperimenti familiari. Basta a cagion d'esempio caricare una canna con abbondevole quantità di polvere rattenuta col solo stoppaccio, e spararla entro un gran vaso, quando l'aria dell'atmosfera è densa affai, ma secca; indi, caricata la canna nella stessa guisa, spararla, quando l'aria è molto rara, come può avvenire in tempo d'estate in certe ore del dopo pranzo; lasciando eziandio, per render gli effetti più sensibili, riscaldare la canna al sole. Pesata la polvere, che nel vaso si raccoglie dopo ciascuno sparo, si trova la quantità non tocca dal fuoco maggiore nel secondo caso, che nel primo. Ora niun altro divario essendovi in questi due spari, che l'aria fra i granelli diversa-

mente densa , è manifesto , che le due diverse quantità di polvere accesa nascono dalla sola diversa densità dell' aria .

Non debbonfi adunque attribuire i tiri minori , che si osservano in tempo dei gran calori , o quando i pezzi sono molto riscaldati dagli spari antecedenti , alla minor elasticità dell' aria naturale contenuta fra i granelli della carica ; perocchè l' azione sua in paragone di quella del fluido elastico , che si sviluppa dalla polvere , appena è sensibile ; ma bensì alla minore quantità di polvere , che s' accende nella medesima carica , allorchè è in un' aria più rarefatta .

73. Ad altre modificazioni nelle armi da fuoco è soggetta questa proprietà della polvere , oltre le accennate finora , le quali dalla grandezza dipendono del focone , e dalla sua posizione . Sparate due canne del medesimo calibro , l' una delle quali abbia il focone più ampio dell' altra , vedesi , che si raccoglie nel vaso di quella canna , il focone di cui è più ampio , minore quantità di polvere non tocca dal fuoco .

Lo stesso osservasi , qualora il focone d' una delle due canne è situato in
mag-

maggior distanza del fondo dell' anima, ancorchè questo focone sia d' uguale ampiezza dell' altro situato più vicino al fondo dell' anima medesima.

74. Dipendono parimente da questa seconda proprietà della polvere le cariche, le quali danno il massimo tiro con un pezzo d' Artiglieria in ciascheduna particolare elevazione. Queste cariche, come già si è veduto, e più segnatamente vedrassi, variano a misura, che si muta la densità dell' aria contenuta fra i granelli di polvere, o che il pezzo si spara con differenti elevazioni, o che è diverso lo stato dell' atmosfera per riguardo ai vapori in essa contenuti. Ciò però, che in questo proposito osservasi costantemente, è, che adoperati nel tempo stesso due pezzi del medesimo calibro, e d' ineguale lunghezza, col focone della medesima grandezza, e collocato nel medesimo sito, vedesi, che la carica, la quale dà nel pezzo più lungo il massimo tiro, è quella medesima, che dà parimente il massimo tiro nel pezzo più corto; ben inteso però, che i massimi tiri dei due pezzi, paragonati fra loro, sono disuguali.

Allor

75. Allor che si fanno gli sperimenti per trovare la carica , che produce il massimo tiro d' un pezzo , se si principia da cariche tenui , aumentando negli spari successivi la polvere , s' osserva , che i tiri vanno crescendo fino ad una determinata carica ; dopo di che , se questa si continua ad aumentare , i tiri più non divengono maggiori , ma cominciano ad isminuirsi , ancorchè il rinculare del pezzo cresca sempre a misura , che s' accresce la carica . Questo fatto egli è una giusta conseguenza delle cose finora provate , e connesse coi principj della meccanica . Secondo questi debbono il rinculare , ed il tiro essere in proporzione reciproca del pezzo , e della palla (nulla per ora considerando le resistenze , che da questi corpi s' incontrano) ; onde , finchè negli sperimenti s' adopera una carica , che tutta s' accende nel pezzo , il rinculare , ed il tiro debbono essere nella suddetta proporzione : ma quando si adopera una carica , che accendesi sol tanto in parte , la polvere accesa dee cacciar fuori non solo lo stoppaccio , e la palla , ma ancora quella polvere , che non s' è accesa . Perciò sendo maggiore la quantità di materia cacciata

ciata

ciata verso la bocca , più s' avvicina alla proporzione d' uguaglianza colla materia del cannone , che rimane sempre costante , donde ne deriva poi il tiro più corto.

76. Proveremo finalmente co' seguenti sperimenti la terza proprietà della polvere nelle armi da fuoco di qualsivisia calibro (§. 70.).

Scelgasi qualunque pezzo d' Artiglieria , e per rendere lo sperimento semplicissimo prendasi una quantità tale di polvere , che tutta s' accenda nel pezzo . Se , posto ciò , s' esaminano i tiri prodotti da due cariche uguali di polvere , la quale ha bensì la medesima proporzione nelle parti componenti , ma è nella grossezza de' granelli diversa , come dire la polvere da cannone , e da moschetto , succede costantemente , che , nulla variando tutte le altre circostanze , il tiro della polvere da moschetto supera di gran lunga quello della polvere da cannone . Ora dipendendo l' azione della polvere accesa dal fluido elastico , che da questo sviluppa entro il pezzo , la palla nel maggior tiro colla polvere da moschetto necessariamente è stata spinta da maggiore quantità di fluido sviluppatosi da questa polvere . Per
altra

altra parte da uguali quantità di polvere da cannone , e da moschetto sviluppassi uguale quantità di fluido elastico nell'intero loro abbruciamento (§. 57.); adunque dalla polvere da cannone il fluido non si è tutto ancora sviluppato nel tempo, che la palla è spinta lungo il pezzo , e conseguentemente chiaro è successivo essere il suo sviluppo . E siccome lo stesso avviene paragonando due altre sorte di polvere , che la medesima proporzione hanno nelle parti componenti , e solo fra loro diverse sono nella grossezza de' granelli , così successivo ancora dimostrasi l'abbruciamento di ciascun granello di polvere acceso entro un pezzo d'Artiglieria di qualsivoglia calibro, e vedesi apertamente, che il solo divario , che si manifesta in questa proprietà , è il tempo più breve , o più lungo , in cui ciascun granello affatto affatto s' accende , e s' abbrucia .

77. Avendo alcuni creduto , che il calore entro un pezzo d'Artiglieria nell'istante dello sparo sia intensissimo , massime quando s'adopera un' intera carica di polvere , è perciò loro paruto impossibile, che alcuna benchè minima parte di questa rimanga non tocca dal fuoco , anzi-
chè

chè tutta non si distrugga prima , che sensibilmente la palla dal suo sito cominci a moverfi. Provato abbiamo bastantemente (§. 71. 72.) , che nelle armi da fuoco si perviene ad un certo limite nella quantità di polvere, che entro queste s'accende ; onde d' uopo è qui addurre ancora un altro sperimento , che tolga ogni dubbietà intorno all'accensione , ed all'abbruciamento successivo di ciascun granello .

Egli è notissimo a tutti gli Artiglieri , che la polvere fina da guerra è molto più gagliarda della polvere da moschetto , e che , se queste polveri in quantità uguale si pongono in confronto nel medesimo pezzo , il tiro è maggiore colla polvere da guerra . Ora , se della pasta medesima , di cui si granisce questa polvere da guerra , si granirà una polvere di granelli grossi quattro , o cinque volte di più della polvere da moschetto , e di poi col medesimo pezzo s' osservano i tiri prodotti da questa polvere in paragone dei tiri prodotti da uguale quantità di polvere da moschetto , si vedrà , che il tiro con la polvere da moschetto è maggiore dell' altro , e che per conseguenza il fluido spingente la palla è in questo caso

caso più abbondante nella polvere da moschetto: ma la quantità di fluido, che si sviluppa dalla mentovata polvere di granelli grossi, qualora arde tutta quanta, è uguale a quella, che si sviluppa da uguale quantità di polvere fina da guerra, e questo fluido è più copioso di quello prodotto da uguale quantità di polvere da moschetto (§. 57.); adunque in questo sperimento il fluido non s'è ancora totalmente sviluppato dalla polvere di granelli grossi; e perciò successivo è l'abbruciamento di ciascun granello; poichè si suppone, che la carica adoperata è tale, che tutti i granelli s'accendono entro il pezzo.

78. Quest'abbruciamento successivo di ciascun granello finisce sempre fuori della bocca del pezzo nelle cariche, che s'usano in fazione ne' cannoni adoperati a' tempi nostri; perocchè oltre alle accennate riflessioni si vede sempre escir fuoco in abbondanza dalla bocca del pezzo; la qual cosa non potrebbe mai osservare, se tutta la materia nel cannone si distruggesse nel fito della carica, prima che dal luogo suo la palla sensibilmente si muova.

79. Da questa terza proprietà della polvere dipende in parte la differenza dei tiri prodotti da due pezzi d'ineguale lunghezza, e dello stesso calibro, caricati ambedue colla medesima quantità, e qualità di polvere. Nasce il maggior tiro, che si ha col pezzo più lungo, non solo dall'essere la palla per più tempo stimolata, e spinta dal fluido elastico nel percorrere la maggior lunghezza del pezzo, ma ancora dalla maggior quantità di fluido, che sviluppa in questa maggior lunghezza da ciascun granello.

Questo maggior tiro ne' pezzi più lunghi s'osserva solamente in que' casi, ne' quali la palla anche nell'uscire dal pezzo è tuttavia spinta dal fluido elastico, cioè a dire, che questo si vede solamente, quando giunta alla bocca del pezzo la palla ha ancora velocità minore di quella, con cui nello stesso sito si muove il fluido elastico.

80. L'azione del fluido elastico nella palla, mentre questa percorre la lunghezza del pezzo, ella è così efficace sul principio del movimento, che con una carica minore s'uguaglia talvolta, ed anche si supera il tiro prodotto da una carica

rica maggiore , quantunque tutti i granelli d'amendue le cariche sieno accesi prima , che la palla principj a muoversi dal suo sito . Ciò succede , perchè nella carica minore , la quale occupa minore spazio , essendo il restante dell'anima , per cui dee percorrere la palla , più lungo , più lungamente anche viene spinta la palla dal fluido elastico . Per osservare uno di questi casi basta il fare lo sperimento con una canna lunga un diametro , e mezzo del suo calibro , e si vedrà costantemente , che il tiro , o pure l'immersione della palla nella terra molle è maggiore , allorchè la carica occupa soltanto un semidiametro nella lunghezza della canna , di quando s'adopera una carica doppia .

I minori tiri adunque , che s'osservano in un pezzo d'Artiglieria , allorchè è caricato con soprabbondevole quantità di polvere , nascono non solamente dal dovere la parte della polvere accesa cacciare dal pezzo la palla , e l'altra polvere non accesa (§. 75.) , ma ancora dall'essere la palla meno stimolata nella minore lunghezza , che le rimane a percorrere dal sito , ove trovasi , fino alla bocca del pezzo .

81. Colle fin qui provate proprietà della polvere non farà difficile lo spiegare , come nelle armi da fuoco caricate nel modo solito si possa accendere sol tanto una certa determinata quantità di polvere .

Per ischiarir bene questo fatto conviene esaminare separatamente nel fluido, che si sviluppa dalla polvere accesa, due azioni , cioè l' azione del fuoco , e quella della elasticità . A misura , che il fluido si sviluppa dai granelli ardenti , e da questi s' allontana , porta seco diverse parti combustibili accese; perciò il grado di fuoco in esso si fa minore , e perchè occupa sito maggiore , e perchè la fiamma termina coll' abbruciamento delle parti combustibili . Che ne avviene ? Che il fluido ad una certa distanza da granelli ardenti più non contiene fuoco sufficiente per accendere altra polvere . Per lo contrario l' azione dell' elasticità , abbenchè diventi nella diminuzione del fuoco anch' essa minore, è nondimeno continua contro le pareti della capacità .

Ora , siccome l' accensione della polvere nelle armi da fuoco principia dal fucile collocato in fondo dell' anima , così

dai primi granelli , che ivi s' accendono, sviluppati il fluido elastico infuocato , il quale s' insinua tra gl' interstizj degli altri granelli; diventando perciò l' efficacia del suo fuoco minore a misura , che questo fluido sviluppato da principio dilatasi maggiormente, e che si pone fine all' abbruciamento delle materie combustibili mescolate col medesimo fluido permanente . Per la qual cosa, se questo fluido può accendere i granelli più vicini , giunto però che egli è a certa distanza dal focone , più non è valevole ad accendere altri granelli . Aggiungesi intanto nuovo fluido successivamente sviluppato da' granelli ardenti, ed ivi accrescendosi il calore s' accendono altri granelli , che il fuoco del primo fluido non avea avuto forza d' accendere ; moltiplicandosi così di mano in mano lo sviluppo del fluido , ed il calore in tutto il sito della carica , finchè lo stoppaccio, e la palla cominciano a muoversi dal loro sito . Dal punto , in cui principia questo movimento dello stoppaccio, e della palla , la capacità, nella quale sono contenuti e il fuoco , ed il fluido , ed i granelli non accesi , diventa maggiore . Ne viene perciò , che l' intensità del

83

del fuoco , quantunque continui a svilupparfi nuovo fluido , non cresce più nella proporzione di prima ; di maniera tale , che , se l' intensità del fuoco non crescerà in maggior proporzione della capacità , che va aumentando coll' avanzarsi dello stoppaccio , e della palla , i granelli non ancora accesi più non si accenderanno ; mancando quella tale intensità di fuoco , ch' è necessaria per abbruciare i granelli , i quali posti sono in un' aria molto rarefatta per causa del fuoco , che gli circonda.

Per queste riflessioni si capisce facilmente , come nelle cariche moderate di polvere riscaldate secondo l' uso di fazione possa il fluido colla sua elasticità spingere lo stoppaccio , e la palla , e nello stesso tempo aver calore sufficiente per accender tutti i granelli , e come nelle cariche soprabbondanti riscaldate colla medesima forza non possa il suo calore essere bastante ad accendere i granelli più lontani dal focone , mentrèchè l' elasticità sua può superare la resistenza dello stoppaccio , e della palla , e mettere queste materie in movimento.

82. E chi non vede da ciò , che detto abbiamo , che la figura della capacità , entro cui si fa l'accensione della polvere , non concorre in verun modo ad accrescere , o diminuire la forza del fluido elastico , che sviluppa dalla polvere ? Questo si può ben darfi , ch'essendo in uguali capacità diversamente configurate la medesima quantità di polvere più , o meno insieme unita , e raunata , ed accendendosi i primi granelli nel sito del focone il fuoco espansivo accenda un diverso numero di granelli nel medesimo tempo , e maggiore , o minore quantità si sviluppi di fluido elastico nel tempo medesimo ; ma non si dirà , che la quantità medesima di fluido elastico sviluppato abbia per la diversa figura della capacità , in cui è contenuta , maggiore , o minor forza . Questa è appunto la ragione , per cui da' mortai di camera sferica s'hanno i tiri maggiori ; perocchè di tutte le diverse figure , che dare si possono alle camere d' uguale capacità , la figura sferica è quella , che ha minore superficie , come sappiamo dalla Geometria ; e perciò tutta la polvere è più in questa , che in qualunque altra camera vicina al focone.

83. Provato essendosi, che le proprietà della polvere accesa sono quelle medesime de' suoi componenti accoppiati, e che queste proprietà si scorgono in tutte le armi da fuoco di qualsivoglia calibro, nelle quali nascono diverse modificazioni cagionate dal modo, con cui è raunata la polvere d'intorno al focone, dalla resistenza allo sfogo, dalle variazioni dell'aria nell'atmosfera sì per la sua densità, che per l'umido ec: chiaro è parimente, che, adoperando nel medesimo pezzo una medesima qualità, e quantità di polvere in diversi tempi, e luoghi, debbono esser fatti disuguali, e diversi produrre.

Che, se oltre alle variazioni nella densità dell'aria s'incontrano anche quelle dell'umidità frammischiata con questa, i tiri sono notabilmente minori per l'abbruciamento più successivo de' granelli. Vedesi ciò spesso accadere nello sparo delle artiglierie sopra il mare, sopra i laghi, ed i siti paludosi, donde più copiosamente i vapori s'innalzano. Dalle sperienze, che s'addurranno nella seconda Parte, risulterà, che la velocità iniziale d'una palla cacciata da uno schioppo in tempo molto umido stà alla velocità di

quella cacciata dallo stesso schioppo , e colla medesima carica in tempo molto secco come 6. a 7.

84. Ma che? Diremo adunque, che lo sperimento per conoscere la bontà, e la forza delle diverse polveri, fatto in diversi tempi, e in diversi luoghi, e con mortai diversi, fatti però colle medesime proporzioni, e sull'istesso modello, è inconcludente? Sì certamente: poichè, oltre le variazioni nate dalla diversa densità dell'aria, o dall'umido cagionate nell'abbruciare della polvere in tempi, e siti diversi, osservansi ancora non di rado delle disuguaglianze nella costruzione de' mortai medesimi, per quanta cura si ponga nel farli sul medesimo modello. Abbenchè queste disuguaglianze appena sieno percettibili a' sensi nostri, esaminando con occhio attento ogni cosa, contuttociò notabili, e sensibili sono le differenze, che ne' tiri s' osservano di tali mortai sparati nel luogo medesimo, nella medesima positura, e con tutte le altre circostanze simili, per quanto è possibile, ed uguali.

85. Volendosi per tanto assicurare della bontà, e della forza delle polveri, che

s' hanno a provare con un mortaio, è necessario ;

1.° Avere una polvere fatta con somma esattezza, e con somma diligenza custodita, che *polvere di Norma* s' appella, e con questa tirare alcuni colpi; indi altrettanti tirandone col medesimo mortaio caricato con uguale quantità di quella polvere, che provare si vuole, e che esser deve della medesima specie di quella di norma, confrontare i tiri delle due polveri. Quando questi tiri sono uguali, certi essere dobbiamo dell' efficacia, e della bontà della polvere, che si è sperimentata, ed approvarla; contando per nulla, che il tiro della polvere di norma, (purchè, come detto è, sia questa stata ben custodita), maggiore, o minore stato sia in altri tempi, ed in altri siti: poichè con questo sperimento, e confronto siamo sempre sicuri, che la polvere, che si approva, ha la medesima forza di quella di norma.

2.° Bisogna prima di provare le polveri esporre per qualche tempo al sole e queste, e quella di norma, usando le precauzioni ai §. 63. 66. indicate, e fare gli spari in giorni, ne' quali l'aria non sia di vapori ripiena.

3.° Per iscemare le variazioni , che l'aria più , o meno dal calore rarefatta cagionar può e nell' accensione della polvere , e nella resistenza delle palle , che sono dal mortaio cacciate , debbono farsi gli spari in brevi intervalli di tempo , e la quantità di polvere , con cui si carica il mortaio , debbe essere poca ; affinchè tutta s'accenda anche nelle maggiori rarefazioni , che possono nell'atmosfera accadere . Per questa ragione , se la camera è cilindrica , come esser suole ne' mortai fatti per l'esperienze d'approvazione , ed il focone situato in fondo d'essa , non dee la carica oltrepassare l'altezza d'un diametro della camera , sebbene nelle polveri gagliarde maggiore quantità se ne accenda .

4.° Finalmente dee il mortaio essere e attaccato sodamente , ed impiantato nella cassa pesante sì fattamente , che la macchina non possa irregolarmente muoversi in diversi spari , e costantemente elevato a gradi 45. ; e debbono in oltre avere le palle , che si adoperano , lo stesso stessissimo peso , e diametro , ed il centro di figura corrispondente al centro di gravità : niuna meraviglia recare dovendo , che ,
non

non usate queste necessarie diligenze, disuguali , ed irregolari appaiano i tiri da uno sparo all' altro .

Con queste accennate cautele, ed in questa maniera confrontare si potrà assai meglio , e con più sicurezza l' efficacia , e la bontà delle polveri, che con tutte le altre macchine composte adoperate finora.

A quanti sconcerti le macchine composte soggette non sono nella combinazione delle parti loro , a' quali al certo non è soggetto il mortaio sodamente alla cassa attaccato , ed in essa impiantato ? Perocchè per mezzo di tale unione forte , e soda si forma una sola , semplice , e ferma macchina .

CAPO QUINTO.

Delle cariche , con cui si ha da' Cannoni il tiro più lungo .

86. **I**L conoscere quali sieno le cariche, con cui si ha da' cannoni il tiro più lungo , fu sempre , e con ragione , uno de' principali oggetti degli Artiglieri . Questa cognizione dipende dalla seconda proprietà

prietà della polvere, e non si può altrimenti conseguire, se non colle sperienze fatte per casi particolari.

In fatti avendo provato nel capo antecedente, che in qualunque arma da fuoco si manifesta la seconda proprietà della polvere (§. 47. 71.), limitata essendo la quantità della medesima, ch' entro l'arma s'accende, e variando tale quantità a misura, che si muta o la resistenza allo sfogo del fluido verso la bocca del pezzo, o la densità dell'aria tra i granelli (§. 72. 74.), o la grandezza del focone, o la posizione di questo, o la configurazione della capacità, in cui è posta la polvere, o lo stato dell'atmosfera per riguardo ai vapori, che in essa contengono (§. 82.), chiara è pure l'impossibilità d'assegnare una invariabile quantità di polvere nelle cariche, di cui trattasi; la quale perciò stabilire sol tanto potraffi secondo certe determinate circostanze.

Ora, affinchè tale determinazione concludente sia, ed utile, conviene dedurla dagli sperimenti fatti con cannoni di quel calibro, per cui si cerca la carica, e sparati, come si suole in fazione.

87. Due principali cose in tali sperimenti avere si possono di mira ;

1.° Il trovare , la medesima qualità di polvere adoperando , quale sia fra tutte le cariche quella , che nelle medesime circostanze caccia la palla più lontano :

2.° Quale sia la quantità maggiore della polvere medesima , che s' accende nel pezzo posto nelle medesime circostanze .

Egli è necessario il distinguere , e separare queste due cose con somma esattezza . Dimostrato è (§. 80.) , trattandosi dei pezzi molto corti , che non sempre da un maggior numero di granelli accesi nel pezzo il massimo tiro producefi : ora difficile cosa non è lo stendere simile dimostrazione generalmente a tutti i pezzi di qualsivoglia lunghezza ; bastando il supporre ciò , che può distruggere questa proposizione con maggior forza , cioè che qualunque carica sia sempre dentro di un pezzo convertita tutta nel fluido elastico , primachè dal suo sito cominci a muoversi sensibilmente la palla , e che nello stesso fluido costantemente si conservi il grado medesimo di calore . Che avviene in questa supposizione , in cui
nium'

niun' altra modificazione offervasi nel fluido elastico, che la dilatazione sua a misura, che scorre per la lunghezza del pezzo? Avviene, come è noto per le nostre Istituzioni fisiche meccaniche, che il tiro più lungo di ciaschedun pezzo si ha con una carica, che occupa solamente $\frac{10}{27}$ circa dell'intera lunghezza dell'anima, e che con tutte le altre cariche si ha sempre il tiro più corto, secondochè più, o meno dall'accennata carica s'allontanano. Per conseguenza tanto è lontano, che dalle sperienze fatte colle polveri descritte nel §. 40. alcuna cosa dedurre si possa contra le nostre osservazioni, che anzi certo è non tutti i granelli accendersi nelle armi da fuoco soprabbondevolmente caricate colla palla, e collo stoppaccio ricalcati, come si suole in fazione, nè terminarsi lo sviluppo del fluido elastico da una parte de' granelli accesi, se non fuori della bocca del pezzo.

Per la qual cosa avviene, che, confrontandosi due cariche disuguali di polvere ordinaria da guerra, la minore delle quali tutta nel pezzo s'accenda, e la maggiore in parte solamente, osserviamo, che, quantunque in questa parte accesa della

carica maggiore il numero de' granelli accesi essere possa maggiore , che nella carica minore ; tuttavia combinazioni tali si danno in pratica , che non ostante il maggior numero de' granelli accesi nella carica maggiore , sì per causa della polvere , che rimane non accesa , che esser dee cacciata verso la bocca del pezzo , sì per la minore lunghezza , in cui è spinta la palla nel pezzo , si ha il tiro più corto di quello della carica minore , in cui tutti i granelli accesi sono .

Siccome adunque con queste cariche , nelle quali maggior numero di granelli s' accende , per l' una parte non si ha sempre il tiro più lungo , e per l'altra si cagiona sempre certamente maggiore consumo di polvere , e maggiore scotimento al pezzo ; così principale nostra mira essere deve l' assegnare unicamente quale sia tra tutte le cariche quella , con cui , poste tutte le medesime circostanze , si ha il tiro più lungo in ciaschedun pezzo di differente calibro .

88. Tre sono le principali maniere di fare le sperienze , colle quali si determina immediatamente la carica , che caccia la palla colla maggior veemenza , e con

cui

94
cui si ha per conseguenza il tiro più lungo . Consiste la prima nel ritrovare la velocità iniziale della palla vicino alla bocca del pezzo . Consiste la seconda nello sparar l'arma contra un bersaglio penetrabile , ed omogeneo , e misurare le immersioni delle palle . La terza finalmente consiste nel misurare la lunghezza dei tiri; la qual maniera per altro è la più composta , e la meno approssimante , perchè molte sono le cause , che impedir possono , e frastornare la palla nel corso suo . Noi cominceremo a disaminare quest'ultima , ch'è la più comune in pratica , avendosi subito sotto gli occhi la lunghezza de' tiri , e di poi tratteremo delle altre due , le quali , come vedremo , ci guidano alla soluzione di molti altri importantissimi problemi ..

Adunque per ritrovare la carica , con cui si ha il tiro più lungo , è necessario ;
1.° Lo sparare più volte lo stesso pezzo in circostanze , per quanto da noi dipende , ugualissime , le palle medesime di fazione adoperando , e ricalcando gli stoppacci colla stessa forza , con cui soglionfi in tali casi ricalcare ; cercando insomma , che altro divario non siavi negli spari ,

spari, se non se la sola diversa quantità della medesima polvere :

2.° Il continuare lo sparo, finchè si trovi quella carica, dalla quale allontanandosi o per eccesso, o per difetto i tiri sieno più corti, o pure uguali :

3.° Cambiando l' elevazione del pezzo, lo spararlo di nuovo più volte, finchè con questa seconda elevazione si trovi la carica ricercata .

Avendo per tanto riguardo a tutte queste circostanze, e volendo nel tempo stesso evitare quella lunghezza negli sperimenti, che nulla toglie alla loro esattezza, scelte furono in Torino dagli Uffiziali del Reggimento primieramente la direzione orizzontale, di poi la maggiore elevazione, che può avere il pezzo collocato nella sua cassa, e con queste direzioni fatti si sono gli sperimenti seguenti .

89. Furono coll' indirizzo del Sig. Comendatore De-Vincenti cominciate le prime sperienze ai 7. di Febbraio del 1746., e ai 30. di Marzo terminate, molti spari facendosi con ciaschedun cannone, e colla medesima carica nelle sole giornate temperate, e nelle ore del dopo pranzo.

Nelle

Nelle Fortificazioni di questa Città si scelse un sito , nel quale si posero i pezzi per le sperienze , l'asse de' quali in tempo dello sparo trovavasi diciassette piedi più alto del piano della campagna , ove andavano a cascare le palle , e si segnò nella direzione degli spari una linea con pali infissi in terra l'uno dall' altro distanti piedi 60. , adattando a ciascun palo, per isfuggire ogni equivoco, il numero corrispondente alla distanza del pezzo.

A destra , e a sinistra della linea di direzione v'erano persone per notare con esattezza il punto , in cui di primo lancio cascava la palla in ciaschedun tiro , facendosi nel tempo stesso da altri Uffiziali le convenienti osservazioni intorno al pezzo , il quale liberamente scorreva sopra un sodo strato d'assi orizzontale, lungo piedi 12. , e largo piedi 6.

Erano i calibri de' cannoni ll. 4 , 8 , 16 , e 32. , ed i pezzi coll' anima cilindrica , e col focone in fondo di essa , costrutti secondo le proporzioni assegnate nel libro primo dell' Artiglieria pratica ; cioè

<i>Cannoni</i>	<i>Lunghezza dell' anima</i>	<i>Peso del Cannone</i>
----------------	----------------------------------	-----------------------------

Da ll. 4.	Diametri della bocca	27. lib. 1275.
8.	27. . 2540.
16.	23. . 4375.
32.	20. . 7875.

Sparavansi sopra le loro casse caricati colla cucchiara con diverse quantità di polvere da guerra di granelli ordinarij, usando la precauzione di far battere lo stoppaccio della polvere con quattro colpi, e con tre quello della palla dai medesimi Cannonieri con uguale veemenza, per quanto è possibile. Questi stoppacci erano di fieno attortigliato, proporzionati al calibro de' pezzi, e le palle pesate, acciocchè il peso di ciascheduna fosse a un di presso uguale. Il diametro di queste era a quello della bocca del pezzo come 20 : 21. in circa.

Caricati in tal modo i pezzi, e diretti lungo l' accennata linea si facevano tutti gli spari coll' asse del pezzo sempre orizzontale, perciò adoperando due livelli, uno a pendolo, e l'altro ad acqua.

Dopo ciascheduno sparo misuravasi pure la lunghezza del rinculare del pezzo, collocando le ruote in ciascuno sparo nella medesima posizione, e coll' intervallo delle medesime staffe, e de' medesimi chiodi per evitare, quanto possibile fosse, ogni variazione nell'atto dello sparare; segnando in oltre prima dello sparo i cunei di mira collocati sotto la culatta del pezzo, nulla contando quel tiro, nel quale accadeva qualche movimento ne' medesimi cunei capace di fregarlo.

Con tali precauzioni fatti si sono gli spari in questi sperimenti, ne' quali si è principiato da cariche piccole, ed indi di mano in mano accrescendole fino a tanto, che coll' accrescimento s'è osservato, che i tiri cominciavano a diventare più corti, facendo con ciascheduna carica almeno tre spari.

Dopo aver conosciuto per via di molti spari la carica, con cui si aveva la massima lunghezza de' tiri, si sono ne' cinque ultimi giorni, per togliere le alterazioni, che lo stato diverso dell'atmosfera poteva produrre nella lunghezza de' tiri, si sono, dico, ne' cinque ultimi giorni ripetute le sperienze, facendo

con

con un medesimo pezzo nello stesso dopo pranzo tutti gli spari colle diverse cariche segnate nella seguente tavola ; cioè nel medesimo dopo pranzo si sono fatti col pezzo da ll. 4. tre spari con ciascheduna delle cariche di ll. $1. \frac{1}{2}$, 2, $2. \frac{1}{2}$; il giorno seguente col pezzo da ll. 8. si sono fatti gli spari colle cariche di ll. 3, 4, e 5, il terzo giorno si è fatto lo stesso col cannone da ll. 16, e nel quarto giorno con quello da ll. 32. Finalmente per poter paragonare tutti i tiri de' diversi cannoni si sono nel quinto giorno sparati i due Sagri con tanta polvere, che uguagliava la metà del peso della loro palla, e i cannoni da ll. 16, e 32. colla carica uguale a un terzo del peso delle loro palle.

Nella seguente tavola si ha il risul-
tamento delle sperienze fatte negli ultimi
cinque giorni.

<u>Calibro de' pezzi.</u>	<u>Polvere per la carica.</u>	<u>Lunghezze de' tiri.</u>	<u>Rinculare del pezzo.</u>
	<u>LIBBRE</u>	<u>PIEDI</u>	<u>ONCE</u>
Da ll. 4.	1. $\frac{3}{4}$	852.	26.
	2.	870.	37.
	2. $\frac{1}{2}$	840.	43.
Da ll. 8.	3.	912.	27.
	4.	948.	38.
	5.	948.	49.
Da ll. 16.	4.	900.	25.
	5. $\frac{1}{2}$	936.	33.
	6.	930.	46.
Da ll. 32.	8.	864.	32.
	10. $\frac{2}{3}$	876.	42.
	12.	870.	49.

90. Da questi sperimenti adunque, ne quali usare non si potea esattezza maggiore, dedurre primamente, e stabilire con sufficiente approssimazione si può, che la carica, per cui si ha colla polvere suddetta da guerra il tiro più lungo, è, trattandosi di cannoni da ll. 8, e ll. 4, la metà del peso della palla, e trattandosi di cannoni da ll. 16. 32, è un

un terzo del peso della stessa palla, qualunque volta simili pezzi caricati sono, o sparati con tutte le mentovate circostanze, e si può conoscere in oltre la causa dei due seguenti essenziali, e costanti effetti;

1.° Che il rinculare va sempre notabilmente crescendo a misura, che si aumenta la carica, mentre le lunghezze dei tiri crescono fino ad un certo segno, ed indi sminuiscono in una proporzione affai minore di quel, che sia l'aumento nel rinculare del pezzo:

2.° Che la carica, dalla quale si ha il tiro più lungo nei pezzi di picciol calibro, è maggiore relativamente a quella dei pezzi di gran calibro.

91. Per conoscere l'origine del primo effetto (§. 90. n. 2.) si faccia il seguente sperimento.

Si carichi qualsivoglia pezzo ordinario con tanta polvere, che tutta in esso s'accenda, e posta questa in fondo dell'anima si spari il pezzo, e si noti la lunghezza del rinculare: si spari di nuovo il pezzo colla medesima carica di polvere, sopra cui pongasi un forte stoppaccio; si vedrà la lunghezza del rinculare maggiore

di prima . Un terzo sparo si faccia colla medesima carica , in cui oltre il forte stoppaccio pongasi una palla di calibro ritenuta fortemente da un secondo stoppaccio , e si misuri la lunghezza del tiro , e quella del rinculare ; questa ancora troverassi maggiore della seconda . Finalmente altri spari si facciano sempre colla medesima carica , e cogli stoppacci medesimi , mettendo nel pezzo due , tre palle ec. si vedrà , che il rinculare crescerà a misura , che cresce il numero delle palle messe nel pezzo , diventando nel tempo stesso il tiro sempre più corto .

92. Premesso questo fatto costante , egli è facile farne l'applicazione agli sperimenti del 1746.

Dimostrato è (§. 71 , 75.) , che ne' pezzi d'Artiglieria s'accende solamente una limitata quantità di polvere da guerra , perciò , finchè la carica è tale , che tutta s'accende nel pezzo , la quantità del fluido elastico , che dentro questo si sviluppa , è maggiore a misura della carica maggiore . Ora essendo il cannone , e la cassa insieme considerati sempre una quantità costante , che chiameremo C , e costanti essendo anche le materie caccia-

103

te verso la bocca del pezzo , cioè i due stoppacci , e la palla , che chiameremo P, dovrà la lunghezza del tiro a quella del rinculare essere nella proporzione di C: P, nulla considerando per al presente i fregamenti , e la resistenza dell' aria nello scorrere della palla .

Ma , siccome a misura , che s' accresce la carica , minore diventa lo spazio , ch' entro il pezzo percorrere deve la palla , ed è perciò questa stimolata al movimento per una minore lunghezza , così dovendosi questa diminuzione di spingimento diffalcare dall' azione della maggiore quantità del fluido sviluppato nella carica maggiore , consegue necessariamente , che i tiri sono in una proporzione minore delle lunghezze nel rinculare , quantunque gli uni , e le altre crescano nella carica più abbondante .

Ora , se la carica accresciuta sarà tale , che una parte , che chiameremo I , giunga alla bocca del pezzo senza accendersi , maggiori essendo in tal caso le materie cacciate verso la bocca , succederà ciò , che succede , qualora più d' una palla si mette nel pezzo . Perciò , se in questa carica accresciuta il numero de' granelli ac-

cesi farà lo stesso, ch'è in una carica minore, la quale tutta s'accende, la palla sarà spinta con minore velocità, e diventando intanto maggiore la reazione contro C, maggiore anche di prima diventerà la lunghezza nel rinculare.

Ma questa materia P + I cacciata verso la bocca oppone resistenza maggiore allo sfogo della polvere, che la sola P; dunque maggiore esser dee il numero de' granelli accesi (§. 72.), e maggiore quantità di fluido dee svilupparfi da questi nel tempo, che la palla percorre la lunghezza del pezzo: si ha per conseguenza un nuovo aumento assoluto di forza contro il cannone, e la cassa C; onde maggiore ancora diventa il rinculare; mentrechè per altro il tiro può essere minore, uguale, o maggiore di quello, che sia il tiro d'una carica, che tutta s'è accesa nel pezzo, a misura della relazione, che la maggiore quantità del fluido sviluppato avrà coll' aumento delle materie P + I cacciate verso la bocca, e della minor lunghezza, per cui viene spinta la palla entro il pezzo.

Chiaro è adunque, che i tiri, o le velocità iniziali, colle quali le palle sono

cacciate dai pezzi , debbono per le cause addotte essere in una proporzione minore del rinculare ; anzi che giunte a un certo segno , se si continua ad accrescere la carica , debbono i tiri divenire più corti , crescendo per lo contrario sempre il rinculare a misura , che aumentasi la carica.

93. Chi non vede per tanto apertamente da questo la necessità di sbandire affatto affatto dall' uso dell' Artiglieria tutte quelle cariche soprabbondanti , dalle quali non maggiore , ma uguale solamente , o minore ancora tiro si ha? Oltrechè e quantità maggiore di polvere si consuma inutilmente , e molto maggiore scotimento si produce nei pezzi medesimi , per cui poi talora i cannoni non possono reggere a proseguire con efficacia o la difesa , o l' espugnazione d' una Fortezza , e la maggior parte dei tiri bene spesso vanno a voto .

94. La maniera però , con cui nasce il rinculare de' pezzi , una difamina più speciale richiede .

Due movimenti s' osservano nella culatta d' un pezzo nel punto dello sparo ; uno si è quello , che il pezzo fa nella culatta d' alto in basso in modo , che si
fa

fa un incavo nei cunei di mira, che talvolta sono gettati a terra, se o troppo ottusi sono, o mal situati. Da questo movimento d'alto in basso succede il rimbalzo della culatta di basso in alto, qualora il centro di gravità del pezzo è troppo vicino all'asse de' perni, o che i cunei di mira sono di materia molto elastica. L'altro movimento della culatta è il portarsi questa con tutta la macchina all'indietro nella direzione opposta alla direzione del moto della palla, il che *Rinculare* s'appella.

95. Per ben intendere la cagione di questi due movimenti, si consideri una capacità resistente, dentro cui s'accenda la polvere in modo, che il focone chiuso già sia nel principio dell'accensione.

In questo caso nessun sensibile movimento si fa esteriormente: poichè, premendo il fluido elastico sviluppato le pareti da ogni parte ugualmente, e traendo ciascheduna particella, di cui la cavità è composta, a se coll'adesione la parte contigua, ch'è dalla medesima vicendevolmente attratta con uguale forza, si ha fra queste forze equilibrio; onde, essendo la cavità ugualmente spinta per ogni verso, non può muoversi per nessuna direzione;

rezione; della qual cosa osservata già al S. 95. Fig.^a 4. ne abbiamo nel pallone gonfio un'altra prova assai famigliare.

96. Per altra parte, se il fluido elastico sviluppato entro la cavità troverà uno sfogo o per mezzo d'un buco fatto a bella posta, o per qualche screpolatura fatta nelle pareti dalla forza del medesimo fluido; in questo caso la cavità sarà spinta nella direzione opposta allo sfogo del fluido con maggior forza a misura, che il fluido elastico è più denso, e che conseguentemente sfugge con maggior velocità. Perciocchè non avendo l'aria esterna adesione bastevole colla cavità, il fluido elastico, il quale sfugge, trovando nell'aria, che urta, resistenza, spingerà l'aria, e la cavità per direzioni opposte: per conseguenza, se il peso della cavità superato sarà dalla forza del fluido, la cavità medesima moverassi; nè la colonna d'aria per di dietro sarà valevole ad impedire tale movimento; imperciocchè la resistenza dell'aria si fa maggiore a misura, che un corpo in essa più velocemente si muove: dunque uscendo il fluido elastico dallo sfogo con maggior velocità di quella, con cui segue il
rin-

rinculare della cavità, incontra esso fluido maggiore resistenza nell'aria di ciò incontrare ne possa la cavità rinculando. Fra le molte sperienze, che in prova di questo addurre si potrebbero, basta osservare le girandole de' fuochi artificiali.

97. Allorchè adunque pel focone s'introduce il fuoco in un pezzo d'Artiglieria, lo sforzo della culatta contro i cunei di mira diventa maggiore a misura, che più denso è il fluido elastico sviluppato nel sito della carica.

Ora siccome, prima che lo stoppaccio, e la palla entro un pezzo si muovano dal loro sito, è necessario, che siavi sviluppata una quantità di fluido elastico valevole a superare la resistenza loro, e scacciare la colonna d'aria dall'anima del pezzo; così, se o lo stoppaccio farà fortemente calcato, o una parte della polvere non s'accenderà, o più d'una palla farà meffa nel pezzo, o questo farà più elevato in uno sparo, che in un altro, accrescendosi in tutte queste maniere la resistenza allo sfogo del fluido verso la bocca, d'uopo fia, che maggiore quantità di fluido si sviluppi, prima che lo stoppaccio, e la palla si muovano dal loro sito;

fito ; e finchè questo movimento non principerà , non seguirà il rinculare del pezzo (§. 95.), considerare dovendosi fino a questo istante e lo stoppaccio , e la palla quasi parti unite al pezzo medesimo . Per la qual cosa se tale quantità di materia si mettesse nell' anima del cannone , che colla sua resistenza superasse la forza del fluido elastico , e da tal parte ne impedisse ogni sfogo , altro movimento non nascerebbe nel pezzo , se non quello d'alto in basso contro i cunei di mira , come con molti sperimenti si può dimostrare , e da quanto detto è manifestamente deducesi ,

In oltre , siccome nel tempo , che il fluido sviluppa nel fito della carica , una parte sfugge pel focone ; così manifesto è , che lo sforzo della culatta contro i cunei di mira principia subito , che la polvere s' accende nel pezzo , e che il rinculare principia più , o men tardi a misura della maggiore , o minore resistenza , che dee vincere il fluido verso la bocca .

98. Dalle cose dette facilmente si deduce , che , se il movimento dal basso in alto della culatta non è ancora del tutto

terminato mentre la palla è tuttora nel pezzo, e ne percorre la lunghezza, vario diverrà il tiro dal basso in alto nel bersaglio. Vario diverrà parimenti, se o disuguali faranno i diametri delle ruote, o non poste queste coll' intervallo delle medesime stasse, e de' chiodi medesimi, o non ben sodo, e liscio il suolo, su cui osservasi il rinculare in tempo., che la palla percorre la lunghezza dell' anima, non retrocedendo più in tutte queste circostanze il pezzo colla direzione, in cui posto era prima dello sparo.

99. Determinare ora volendo, quale sia la lunghezza del rinculare nel tempo, che la palla, movendosi dal sito, in cui è posta, percorre l'anima del pezzo fino alla bocca, è necessario il notare, che la quantità del rinculare varia secondo le diverse circostanze, nelle quali può trovarsi il pezzo nel punto dello sparo. A cagion d' esempio, se lo stoppaccio è ricalcato, come in fazione, ed il cannone è situato sopra uno strato ben liscio, ed orizzontale, v' è d' uopo di maggior forza per rimuovere lo stoppaccio dal suo sito di quella, che s' esige per fare scorrere il pezzo sopra questo piano; il che offer-

osservasi, allorchè col cavastracci si vuol estrarre lo stoppaccio del cannone, vedendosi scorrere il cannone medesimo per la direzione della forza traente, prima che siasi staccato lo stoppaccio. Per lo contrario, se alquanto è inclinato lo strato, la stessa forza, che cava lo stoppaccio, non è bastante a far salire il pezzo sul piano inclinato. Consimili mutazioni s'osservano, allorchè si cambia l'elevazione al pezzo, o che più facilmente intorno all'asse s'aggirano le ruote ec. Per la qual cosa, acciocchè cerchiamo di dare su questo punto una soluzione pratica per le cariche, che nel pezzo s'accendono interamente, sia il cannone, e la cassa considerati come un corpo solo = C, gli stoppacci, e la palla = P, e la lunghezza dell'anima dal sito, in cui sta la palla, fino alla bocca del pezzo = D, farà il rinculare del pezzo = $\frac{PD}{C}$.

Si faccia ora uno sparo a polvere col solo stoppaccio, e sia il rinculare = A, indi facciasi un altro sparo colla medesima quantità di polvere collo stoppaccio egualmente ricalcato, e con una palla nel pezzo, il quale posto essere dee nelle medesime

desime circostanze, in cui era nel primo sparo, e sia il rinculare, che in questo pezzo s'osserva, = B necessariamente maggiore di A; si avrà $A:B::\frac{PD}{C}:\frac{BPD}{AC}$

per la lunghezza del rinculare nel tempo, che la palla scorre la lunghezza del pezzo.

Essendosi fatto questo sperimento con un pezzo da ll. 32. caricato con libbre 10. di polvere ordinaria da guerra, sparato orizzontalmente sopra uno strato orizzontale, è risultato $\frac{BPD}{AC} = \frac{1}{24}$ di un piede; onde in questo caso, purchè gli strati sieno sodi, e ben lisci per la lunghezza di $\frac{1}{2}$ d' oncia nel sito, ove stanno le ruote, e la coda della cassa, il rimanente dello strato a null' altro serve, se non se a facilitare le operazioni dei Cannonieri intorno ai pezzi; chiaro essendo, che il valore ritrovato di $\frac{BPD}{AC}$ può variare in molte maniere, perchè, come si è veduto, dipende da molte circostanze.

100. Consideriamo adesso il secondo effetto osservato (§. 90. n.º 2.), cioè che la carica, con cui si ha il tiro più lungo, mag-

maggiore sia nei pezzi di picciol calibro relativamente a quella , con cui si ha il tiro più lungo nei pezzi di gran calibro. Quest' effetto costante ne' mentovati sperimenti da altre cause non può dedursi , che dall' ampiezza del focone uguale nei quattro cannoni adoperati nelle sperienze, e dalla forza uguale nel ricalcare gli stoppacci in tutti i detti cannoni : avvegna- chè dall' uguale grandezza del focone nasce un' accensione nei granelli relativamente più abbondante entro i pezzi di minor calibro , come già si è detto altrove , e dalla forza uguale nel ricalcare gli stoppacci si ha e la polvere più raunata nei pezzi di minor calibro , e gli stoppacci più strettamente adattati al pezzo , onde per tal maggiore resistenza s' accende relativamente maggiore quantità di polvere.

101. Gli sperimenti per trovare le cariche , con cui si ha il tiro più lungo , essendo il pezzo sparato colla maggior elevazione , che aver può sopra la sua cassa (§. 88.) , furono fatti nella primavera del 1750. da alcuni Uffiziali del Reggimento destinati a esaminare varie materie d' Artiglieria , a' quali presedeva il

Signor Cavaliere Ferrero di Pongiglione, cannoni adoperando del medesimo calibro, e delle medesime proporzioni di quelli adoperati negli sperimenti del 1746, con questa sola differenza, che le palle degli sperimenti, di cui ora ragioniamo, erano alquanto più grosse, e conseguentemente minore era il vento ne' cannoni.

Si caricavano i pezzi colla cucchiara con diverse quantità di polvere da guerra di grano ordinario, e con ciascuna carica sparavansi tre colpi per pezzo. Da' medesimi due Cannonieri si ricalcava con cinque colpi lo stoppaccio sopra la polvere, e con tre lo stoppaccio sopra la palla. I pezzi collocati sulla loro cassa scorrevano liberamente sopra uno strato orizzontale d'assi. Posti questi sempre nella medesima guisa usate si sono tutte le avvertenze necessarie, perchè fossero caricati sempre allo stesso modo, e la lunghezza dei tiri fosse misurata con esattezza in un terreno piano, in cui andavano di primo sbalzo a cascare le palle, essendo questo piano a un di presso nel medesimo orizzonte della batteria.

RISULTAMENTO

Degli sperimenti fatti nella Primavera
del 1750.

<i>Calibro de' pezzi.</i>	<i>Polvere per la carica.</i>	<i>Lunghezza de' tiri.</i>	<i>Rinculare del pezzo.</i>
	LIBBRE	PIEDI	ONCE
Dall. 4. sparato all' elevazione di gradi 14.	2. $\frac{1}{2}$	4232.	31.
	3.	3948.	36.
	3. $\frac{1}{2}$	4310.	44.
	4.	4495.	48.
Da ll. 8. sparato all' elevazione di gradi 11.	4.	4130.	28.
	5.	4382.	39.
	6.	4424.	51.
	7.	4232.	61.
Da ll. 16. sparato all' elevazione di gradi 12.	8.	4760.	71.
	7.	4732.	45.
	8.	5090.	48.
	9.	4738.	54.
	10.	5000.	58.
Da ll. 32. sparato all' elevazione di gradi 11. $\frac{1}{2}$	11.	4918.	65.
	12.	5146.	68.
	14.	5644.	70.
	16.	5396.	72.
	18.	5330.	74.
	20.	5730.	87.
22.	5488.	100.	

H 2 102. Dal

102. Dal risultamento di queste sperienze si deduce bastantemente, che le cariche, colle quali si ha il tiro più lungo, quando si sparano i cannoni colla maggiore elevazione, che aver possono sulla cassa collocati, maggiori sono di quelle, che producono il tiro massimo, sparando i cannoni colla direzione (§. 89.) orizzontale: ma non si vede poi quell'ordine continuato nelle lunghezze de' tiri, che sembra ragionevolmente, che si avesse dovuto osservare. Per esempio nel pezzo da ll. 16. si vede, che le cariche di ll. 7, e ll. 9. hanno prodotto due tiri quasi che uguali, nel mentre che colla carica di libbre 8. n'è venuto un tiro assai maggiore.

Tali irregolarità nascono dall'esserfi in queste sperienze variate solamente da un giorno all'altro le cariche nello stesso pezzo. Per esempio nel pezzo da ll. 16. la carica di libbre 7. è stata adoperata li 23. Marzo, il giorno seguente quella di libbre 8, ed il primo Aprile l'altra di libbre 9, nè si sono mai tutte queste cariche usate nella medesima mattina entro lo stesso cannone, per togliere di mezzo le modificazioni, che la varietà dei

dei vapori nell' atmosfera , e la diversa densità dell' aria da un giorno all' altro producono nell' abbruciamento della carica , e nella resistenza , che la palla incontra nel descrivere la trattoria. Queste modificazioni oltre ciò , che già è stato detto , si vedrà chiaramente nei capi 4.° , e 5.° della seconda parte , che sono notabilissime in certi casi.

Chi poi cercherà di togliere di mezzo le accennate modificazioni dell' atmosfera , troverà , facendo le sperienze colle debite avvertenze , che le cariche , dalle quali nelle circostanze dell' antecedente paragrafo si produce il tiro più lungo , sono a un di presso il doppio di quelle del 1746 , ma vedrà pure , che l' eccesso nel tiro con queste maggiori cariche è di pochissimo momento in comparazione del maggior rinculare del pezzo , e conseguentemente del maggiore scotimento , che soffre il cannone nel suo rinculare additatoci. Per la qual cosa le cariche doppie non debbono assolutamente adoperarsi in fazione.

103. Allorchè si fanno simili sperimenti , s' osservano di tanto in tanto disuglianze notabili fra due tiri fatti colla me-

desima carica, ancorchè s' usino tutte le precauzioni, perchè i due spari si facciano colle medesime circostanze.

Queste irregolarità però si sono osservate più di raro, e relativamente minori negli sperimenti del 1746, che in quelli del 1750. Nè altrimenti sembra, che debba succedere; poichè supponendo ancora, che i pezzi non mutino direzione nell' atto dello sparo, ciò non per tanto due cause unite, o separate concorrer possono a fregolare la lunghezza dei tiri della medesima carica.

La prima causa, la quale si può efficace in egual proporzione considerare nei due sperimenti, è, quando la palla entro il pezzo si muove non colla direzione dell' anima, ma obliquamente, o muta fuori del pezzo la prima sua direzione.

104. La seconda causa è, che in pratica non sempre si rauna la polvere nello stesso modo dentro del pezzo, di modo che la medesima carica abbia costantemente la medesima figura.

Questa figura più facilmente, e più frequentemente riesce diversa a misura, che la carica è maggiore, e ricalcata col

me-

medesimo numero di colpi, coi quali è ricalcata una carica minore.

In somiglianti casi s' accende nella carica maggiore, secondo la più, o meno favorevole disposizione de' granelli per l' accensione loro, maggiore, o minor numero di questi in uno sparo, che in un altro. E siccome ne' pezzi sparati con elevazione sopra l' orizzonte maggior quantità di polvere si dee accendere per la maggior resistenza, che il fluido trova nella palla per isfogarsi verso la bocca; quindi è, che, quando si sparano carichi più abbondantemente, si debbono più frequentemente osservare irregolarità nella lunghezza dei tiri. Che, se consideriamo in oltre le irregolarità, che nascere possono da un maggiore scotimento del pezzo nell' atto dello sparo, qualora la carica è maggiore, vedremo, che con le cariche più abbondanti nascer debbono ancora più frequentemente tali irregolarità nella lunghezza de' tiri.

105. Per la qual cosa, se con esattezza bersagliare si vuole in fazione, e senza discapito delle medesime artiglierie, d' uopo è schivare i due seguenti estremi.

Il primo è di non adoperare le cariche più abbondanti, ed efficaci senza assoluta necessità; perocchè, se badare non vogliamo alle frequenti irregolarità del tiro, che pure è cosa essenzialissima, certa cosa è, che con tali cariche si scuotono i pezzi soverchiamente. E chi non vede, che la maggior lunghezza, che si ha con una carica più efficace, e conseguentemente la maggiore violenza della palla nelle grandi distanze è quasi di nessun momento in paragone dello scotimento maggiore, che soffre il pezzo? Basta per accertarsi di questo dare un'occhiata al risultamento degli sperimenti del 1746, quelle cariche osservando, da cui si ha il massimo tiro, e la lunghezza di questi confrontando col corrispondente rinculare.

Il secondo estremo da schivarsi è il non usare cariche troppo picciole. In queste un minimo divario commesso o nel ricalcare gli stoppacci, o nella grossezza di questi ne produce un notevole nel movimento d'impulsione della palla, ed in conseguenza nell'esito del tiro, come bastantemente osservasi ne' pezzi sparati a ridosso, e ne' mortai caricati con poca polvere.

196. Questo scopo di stabilire quale sia la carica, con cui si ha il tiro più lungo, siccome ha mosso gli Artiglieri Piemontesi a fare molte sperienze, così ha rivolto la scuola dell' Artiglieria Francese a farne delle altre, delle quali brameremmo pure poterne fare il paragone con quelle, che si sono descritte finora, null' altro essendo delle medesime a notizia nostra pervenuto, se non il crederci, che ne' pezzi di gran calibro sia questa carica circa $\frac{2}{3}$ del peso della palla.

La voglia di tale scoprimento eccitossi pure ne' Signori Maltesi, i quali, veduta la relazione degli sperimenti francesi, determinarono di rifarli nell' Agosto del 1747, e l' incumbenza ne diedero al Sig. Marandone Piemontese Ingegnere della loro Religione, il quale, come ho letto nella descrizione da lui mandata al Reggimento d' Artiglieria in Torino, cercando il parere suo sopra le conseguenze, che gli è paruto poterli da essi dedurre, gli ha ripetuti con somma esattezza.

Osservando quest' Ingegnere negli sperimenti suoi, che la lunghezza de' tiri riusciva sempre maggiore anche di là de'

de' $\frac{1}{2}$ a misura, che cresceva la carica, non proseguì più oltre gli sperimenti per ritrovare la quantità della polvere capace di produrre il tiro più lungo: imperciocchè, giudicando egli la polvere degli sperimenti Francesi più debole di quella adoperata negli sperimenti suoi, ha conchiuso, che, caricandosi i pezzi di gran calibro con polvere più gagliarda di quella adoperata dai Francesi, la carica, che produce il tiro più lungo, maggiore esser deve di $\frac{1}{2}$, la quale conseguenza, poste accertate le premesse, è conforme a questa teoria, ed a qualunque siasi congruo sperimento.

Manifesto è adunque, che gli Artiglieri nostri predecessori facevano un superfluo consumo di polvere, allorchè caricavano i loro pezzi con tanta polvere, che uguagliava il peso della palla, ed anche il superava. Poichè la loro polvere di molto inferiore qualità era a quella, che presentemente si adopera in guerra.

107. I limiti assegnati per le cariche, che producono il tiro più lungo (§. 89. 102.), servono per tutti i cannoni del medesimo calibro, quantunque di lunghezza ineguale, purchè tutte le altre circostanze

ze descritte ne' nostri sperimenti sieno le medesime. In fatti, nulla contribuendo d'ordinario la lunghezza maggiore del pezzo all'accensione di maggior numero di granelli (§. 71.), la carica, la quale produce il tiro più lungo con un pezzo, produrrà ancora il tiro più lungo con un altro pezzo del medesimo calibro, benchè diversa ne sia la lunghezza (§. 74.); nè altra eccezione dee farsi, se non de' cannoni molto corti. In questi l'azione del fluido elastico prodotta nella palla da due cariche disuguali, delle quali s'accendono anche tutti i granelli, è, dico, tal'azione per lo meno uguale, ed anche maggiore colla carica minore; perchè la palla è spinta dal fluido (§. 80.) nell'anima de' medesimi cannoni per uno spazio più lungo.

108. Resta per ultimo ad esaminare quali sieno le cariche, che con maggior vantaggio usar si debbono in fazione. Per ciò fare si consideri, che la massima utilità, che si può ricavare dalle armi da fuoco, da due cose deriva.

La prima, e più principale è il colpire nel segno, che si ha per bersaglio.

La

La seconda è il colpire nel bersaglio colla violenza, che si conviene. La prima è sempre mai indispensabile, ma la seconda ammette certi gradi: poichè pretermettendo non doverfi sempre in tutti i casi di guerra colpire nel bersaglio colla maggior violenza, che dall' arma può aspettarsi, se si vogliono cagionare, e produrre rovine maggiori, e più gravi (*Inst. Fis. mec.*), qualunque volta è necessaria tal violenza, se da essa ne viene perturbamento, e disordine nel tiro, onde più non colpisca il bersaglio, certo è, che miglior cosa sarà lo sminuirla, per avere nel tiro l'aggiustatezza. Il ragionamento è per se stesso così evidente, e generale, che non ammette veruna eccezione.

In oltre, siccome i cannoni di bronzo sparati frequentemente con cariche poderose cedono, ed in pochi giorni divengono di niun uso, così per poter proseguire, e terminare la spedizione militare è necessario, che s'abbiano presenti i vantaggi, e gl'inconvenienti, che dalle cariche gagliarde ne nascono, affine d'appigliarsi a quel partito, che sicuramente conduce al fine dell'impresa.

109. Affine per tanto di mettere in pratica queste considerazioni , e combinare l'aggiustatezza de' tiri colla loro forza , e colla resistenza dei pezzi di bronzo , giudichiamo , che nell' uso cotidiano , che nell' attacco , e nella difesa delle Piazze si fa dei cannoni ben preponderati nella culatta , e del peso notato (§. 89.) , e sparati in quelle distanze , che sono state specificate nei libri 2.º , e 3.º dell' *Architettura militare* , e nel secondo dell' *Artiglieria pratica* , non dee , adoperandosi polvere ordinaria da guerra , la carica dei pezzi da 11, 16 , e 32. eccedere la metà del peso della palla , quantità , che chiameremo *maggior carica di fazione* , da adoperarsi solamente in casi necessitati ; nè dee la carica essere minore d' un quarto del peso della palla , quantità , che diremo *minor carica di fazione* : e finalmente diremo *carica ordinaria* negli assedj quella , che uguaglia $\frac{2}{3}$, o $\frac{1}{2}$ del peso della palla.

La carica poi dei Sagri esser dee dalla metà fino a' tre quarti del peso della palla , secondo che occorrerà , dovendosi tanto in questi , che nei cannoni da 11, 16 , e 32. usare l'avvertenza di ricalcare

care maggiormente lo stoppaccio sopra la polvere a misura , che la quantità di questa è maggiore ; affinchè colla carica più abbondante s'abbia quel maggior effetto , che si ricerca. Nè vi farà pericolo in questo maggior calcamento di commettere eccesso , purchè non si giunga a schiacciare la polvere , o togliere gli spazietti fra i granelli necessarj al fuoco dilatativo, affinchè più precipitosamente tutti i granelli s'accendano.

La carica pe' cannoni di qualsivoglia calibro sparati dalle batterie di rimbalzo, e quella per cacciar palle infuocate suol essere molto tenue rispetto 'al calibro del pezzo ; queste si determinano sul posto negli assedj , avendo unicamente in considerazione la distanza tra la batteria , ed il bersaglio : ma le cariche pe' cannoni dell' Artiglieria leggera , che si conducono al seguito delle armate per servirsene nelle battaglie , e nei gran combattimenti , per l' attacco , e la difesa de' siti trincerati , e simili occorrenze , sogliono essere tra $\frac{2}{3}$, e $\frac{3}{4}$ del peso della palla secondo ch'è il calibro del pezzo , e la sua spessorezza.

110. Quantunque nell' assegnare i limiti delle cariche siasi sol tanto parlato di quelle per li cannoni , tuttavia non v' ha dubbio alcuno , che anche nei mortai a bomba conoscere si possa il maggior limite , avendo riguardo alla qualità della polvere , ed alla figura della camera. Tutti i mortai però , che presentemente sono in uso , i quali hanno la camera collo sfogo verso la bocca più ristretto del maggior diametro della camera , come sono le camere sferiche , ellittiche , paraboliche , ed a pera , producono sempre il tiro più lungo , allorchè sono caricati a camera piena colla polvere ordinaria da guerra , col turacciolo di legno ben ricalcato , e la bomba ben rassodata tutto d' intorno con terra stacciata. Chiaro è adunque , che in questo caso non si dà limite maggiore.

Per altro questi mortai soffrono anch' essi grandi scotimenti , quando non sono sparati a camera piena , e da ciò ne avviene , che i colpi non riescono esatti. Per la qual cosa dovendosi gettar bombe a un segno determinato d' uopo è servirsi di quelle cariche , che bastevoli sono a cacciarle nel sito segnato , sparandosi il
mor-

mortaio con quella elevazione , che la singolarità del caso esige.

111. Termineremo questo capo col far osservare con esperienze particolari quanto la larghezza differente del focone contribuisca a variare la forza della palla.

Si piglia una canna da schioppo col diametro di punti 5 , o sia atomi 60 , coll' anima di once 20. Nell' asse della grossa vite , che chiude l' estremità massiccia della canna si fa un buco col diametro di atomi 35, colle sue spire , nelle quali si può ferrare un' altra vite più corta della vite grossa. Serve questa vite più corta , mettendole però all' estremità , che penetra nella grossa vite un pezzetto di ferro rovente , serve , dico , ad appicciare il fuoco alla polvere posta nella canna. Nella testa dell' altra estremità di questa vite si mette l' occhio d' un manico , che messo in movimento fa girare velocemente la vite medesima , la quale nel tempo , che si ferra esattamente nelle spire della vite grossa , tocca internamente col ferro rovente la polverè della carica , e l' accende.

Nel solito sito del focone delle canne si fa un buco circolare del diametro d' atomi 35. colle sue spire , nelle quali

si possono mettere tre viti diverse, una dopo l'altra. Una di queste viti chiude ogni sfogo dall'accennato buco circolare alla polvere accesa, la quale per conseguenza esce tutta per la bocca della canna. La seconda vite ha nel suo asse un buco, o focone del diametro di atomi 9; onde il fluido sviluppato entro la canna esce in parte per questo buco. La terza vite ha un focone del diametro d' atomi 16.

Preparata nel divisato modo e la canna, e le viti si sono fatte le sperienze, adoperando polvere fina da guerra del peso di nove denari per ciascun tiro, e una palla di diametro d' atomi 59, e del peso di ventitrè denari e mezzo in circa. La polvere si è messa ne' cartocci, e gli stoppaccioli sopra la polvere, e sopra la palla si fecero calcare ugualmente da un uomo.

Si cominciò a sparar la canna chiusa colla vite, che impedisce affatto affatto lo sfogo alla polvere accesa dal buco circolare. Di poi si sparò colla seconda vite, che ha il focone del diametro di nove atomi. Si sparò in terzo luogo colla vite, che ha il focone del diametro di

fedici atomi. Finalmente si sparò la canna senza metter veruna vite nel buco circolare di trentacinque atomi; dando sempre fuoco a tutte le cariche col ferro rovente dell' estremità della vite corta penetrante nella vite grossa, che chiude la canna. Le palle hanno penetrato in un bersaglio di legno posto in distanza di tre piedi dalla bocca della canna. Ecco le immersioni delle palle nel bersaglio provenienti da ventiquattro spari.

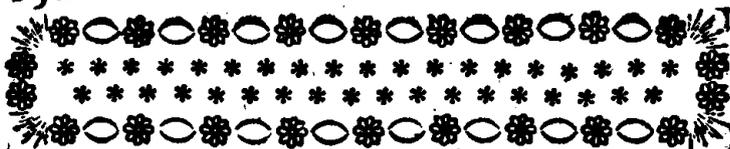
*Immersioni delle palle
entro il bersaglio.*

Negli spari fatti.	}	Senza focone . . . punti	44.
		Col focone di diametro atomi 9.	54.
		Col focone di diametro atomi 16.	45.
		Col focone di diametro atomi 35.	28.

L' esito di queste sperienze serve anche a far conoscere, che, quando non v' è il focone, s' accende minor quantità di polvere, o che s' abbrucia più lentamente quella, che s' è accesa. Se poi, quan-

quando si spara la canna col gran focone aperto , dirimpetto a questo , e alla distanza di un piede in circa si mette un foglio di carta ben teso , si trova dopo lo sparo il foglio tutto foracchiato dai granelli di polvere , che sono stati cacciati con impeto dal focone. Allorchè i Fantaccini combattono in ordine di battaglia , quelli , che trovansi alla dritta , sono spesso incomodati nella faccia dai granelli della polvere , che sono cacciati fuori con violenza dal focone degli schioppi , che sono a sinistra ; sebbene volgarmente si creda senza alcun fondamento , che questi granelli sono cacciati solamente dal bacinetto della piastra.

FINE DELLA PRIMA PARTE.



PARTE SECONDA

Della forza della Polvere.

112. **D**ALL' esame fatto della polvere nella prima parte è chiaro evidentemente, che gli effetti delle sue proprietà principali soggetti sono a molte modificazioni, anche qualora osservare si vogliono, e conoscere con esperienze fatte colle più diligenti cautele. Posto ciò, facile cosa è il vedere, quanto maggiormente questi effetti varj faranno, ed alterati, quando s' adopera la medesima polvere ne' diversi casi, ed usi di guerra, ne' quali non si possono usare consimili diligenze, nè le macchine sempre avere con esatta precisione costrutte.

Si fa pure, che, qualunque volta misurare si vogliono gli effetti di un fenomeno appartenente a qualche parte delle
scien-

scienze fisicomeccaniche, non si può mai avere la soluzione del problema determinatissima, ma che questa è sempre contenuta necessariamente fra due limiti, i quali per l'ordinario sono fra loro più, o meno distanti secondo, che maggiore, o minore è il numero delle cause producenti il fenomeno. Per la qual cosa, trattandosi di misurare gli effetti della polvere accesa nei diversi usi di guerra, non si può già con precisione assegnare questa misura, ma per le tante circostanze, le quali non sempre sono nè in numero, nè in proporzione uguali, la risoluzione di simili problemi ella è sempre contenuta fra certi limiti, e questa bene spesso serve unicamente per casi particolari.

In oltre, siccome nell' Artiglieria occorre, e non di raro, avere certi riguardi meramente pratici, e declinare da alcuno dei vantaggi dalla teoria indicati; perciò bisogna in simili casi esaminare minutamente il problema per iscoprirne, e considerare ogni circostanza separatamente, perchè si possa col maggior vantaggio combinare la teoria colla pratica. Si conoscerà evidentemente dall' esame delle materie, che si farà, quanto indispensa-

bile sia in molti riscontri la prudente, e giudiziosa combinazione della teoria colla pratica.

113. Con tali premesse passando ora a considerare la forza della polvere; ficcome l'accensione de' granelli, e l'intero abbruciamento di ciascheduno si fa successivamente in tempo diverso, secondochè diverse sono le qualità della polvere, la grossezza de' suoi granelli, e molte altre circostanze altrove accennate; ficcome in oltre la forza della polvere dipende principalmente dal fluido permanente, che si sviluppa nel tempo dell'abbruciamento, il qual fluido è maggiormente elastico, quando il fuoco è presente, ne consegue perciò, che dal punto del principio dell'abbruciamento s'accrescono di continuo le cause producenti questa forza, finchè terminato sia l'abbruciamento, e finito questo essa si riduce ben tosto per la diminuzione del calore alla sola elasticità del fluido permanente. Si dà per tanto in questo fenomeno un termine massimo di forza, che consiste, per così dire, in un punto, ed in un istante, il quale anche nella medesima specie di polvere si manifesta in un punto diverso

235

verso dell' abbruciamento , quando la polvere s' accende in sito invariabile , e chiuso , o che il fluido infuocato trova sfogo illimitato all' uscita sua , o alla sua dilatazione , o che varia la quantità de' vapori nell' atmosfera. Non avendosi adunque nella manifestazione di sì fatto fenomeno legge costante , nè generale , contentarci conviene di una qualche norma , che a determinare questo termine massimo di forza nei casi particolari ci conduca ; onde , conoscendo i maggiori limiti di tale forza in certe determinate circostanze , applicare poi si possano con vantaggio negli usi di guerra.

Ma , perchè s' abbia un' esatta contezza delle principali difficoltà , che in questa ricerca s' incontrano , e non si perda tempo inutile nel formare vane ipotesi , e supposizioni chimeriche , esamineremo primieramente la forza della polvere nello stato il più semplice , che avere si può , misurando la sola elasticità del fluido permanente ridotto alla temperatura dell' aria , e considereremo in secondo luogo la forza della polvere nello stato il più composto , ed è questo nel tempo del suo abbruciamento ,

C A P O P R I M O.

Maniera per misurare la densità, e l'elasticità del fluido sviluppato dalla polvere, ridotto alla temperatura dell'aria.

114. **E**SSENDO necessario per misurare l'elasticità del fluido permanente il tenere chiusa la polvere e nel tempo, che brucia, e dopo l'abbruciamento, ne viene, che o si voglia misurare la pressione di questo fluido subito dopo l'abbruciamento, e non possiamo di questa assegnare un punto fisso, perchè il fluido medesimo è in questo tempo reso più elastico dal calore rimasto nella capacità, in cui brucia la polvere, e di tale calore non se ne può determinare il grado, o si voglia misurare la pressione di questo fluido aspettando, che sia ridotto alla temperatura dell'aria esterna, e noi faremo nè meno precisamente; perchè questo fluido è in parte assorbito dai fumi sulfurei, che sul bel principio precipitosamente lo attraggono. Non è dunque sì facile in mezzo a questi due inconvenienti il poter de-
termi-

terminare con precisione la forza di questo fluido, e d' uopo è attenersi necessariamente ad un' approssimazione. Per arrivare a scoprire tale determinata approssimazione è stata inventata la macchina rappresentata nella Figura sesta, nella quale, per quanto è possibile, si separa subito dopo l' abbruciamento il fluido permanente dai fumi sulfurei, e dal capo morto, e si minora notabilmente l' azione del calore rimasto nella capacità.

AABB è un cubo d' ottone incavato da due bande in figura cilindrica, e nel fondo in porzione di sfera, ed in ciascheduno di questi incavi sono intagliate le spire AA, BB; nella madrevite AA s' adatta la vite EE d' un altro cilindro d' ottone voto internamente EDDE; FGL sono bocce di rame battuto di differenti capacità, le spire di cui FF si piantano nella madrevite BB.

HIH è un piccolo cilindro d' ottone attaccato al cubo AB per mezzo dei chiodetti a vite HH. Entro questo piccolo cilindro evvi uno stantuffo esatto K, che per mezzo della vite I s' avvicina, o s' allontana dai buchi o, p per chiudere, ed aprire i canaletti oo, pp, che dan-

FIGURA
VI

danno comunicazione fra i due vani superiore AA, ed inferiore BB.

MNNM è un parallelepipedo d'ottone attaccato coi chiodi a vite MM al cubo AB, dimodochè il canaletto inferiore *qq* corrisponde all'altro *rr* fatto nel cubo AB.

SRS è un altro parallelepipedo d'ottone voto internamente in figura cilindrica colle aperture *tt*, le quali internamente sono otturate da un'ampolla di vetro, entro la quale si mette un qualche liquore in modo, che la sua superficie && possa essere veduta a traverso del vetro. Alla sommità R del parallelepipedo si fa un buco, che dall'esterno del parallelepipedo comunica nell'interno dell'ampolla.

VW è un tubo lungo di vetro aperto da ambe l'estremità, ed affisso ad un bastone, o lastra XX d'ottone graduata in punti del piede eliprando, od in altra guisa, purchè questi gradi sieno analoghi a quelli del barometro, dovendo la lastra essere sodamente unita al parallelepipedo SRS.

yy è una vite esatta, che gira nel fondo SS del parallelepipedo SRS, per mezzo di cui si può alzare, ed abbassare

la

la superficie && del liquore entro l'ampolla. Questo parallelepipedo SRS si mette entro la staffa di ferro 2, 3, la quale già è attaccata coi chiodi a vite 4, 4 al parallelepipedo MNNM, di modo che, tenendo per mezzo della vite 16. la superficie RS del parallelepipedo SRS ben unita alla superficie NN dell'altro parallelepipedo MNNM, si ha il buco R precisamente corrispondente al buco 9.

10, 12, 10 è un cilindro d'ottone tutto massiccio con un piccolo incavo 12, entro cui si mette la polvere, che si vuole abbruciare nello sperimento. Si colloca questo cilindro entro l'altro EDDE in modo, che la base 10, 10 s'appoggia sulla cornice 11, 11 nell'incavo A, 11, A; dovendo il diametro 17, 17 essere minore del diametro 18, 18 del vano interno per la lunghezza di un punto in circa. 5, 7, 9 è un pezzo di ferro a vite, che s'adatta nella madre vite DD: In questo ferro evvi un canaletto 5, 9 colle spire, nelle quali si pianta dalla banda 5 la vite 8, 6, 8.

Affinchè riesca comodo il fare lo sperimento, e levare, e rimettere con facilità le bocce FGL, s'affige il cubo AB

ad

ad una lastra TT di qualsiasi metallo fatto in figura di ferro da cavallo, alta tanto, che basti, ed affissa ad una tavola, o cassa di legno per mezzo dei chiodi a vite *m, m*.

115. Per servirsi di questa macchina s'adatti prima il parallelepipedo SRS colla sua superficie RS alla superficie NN del parallelepipedo MNNM, ed una delle bocce FGL nella madrevite BB, e posto il cilindro 10, 12, 10 sulla cornice 11, 11, e la polvere, che si vuole abbruciare nello sperimento, nel vano 12, si pianti il cilindro EDDE nella madrevite AA. All'estremità 9 del pezzo di ferro 5, 7, 9 si metta un foglietto sottile di piombo entro il canaletto 5, 9, e messo questo ferro nella madrevite DD si lasci cascare entro il canaletto 5, 9 una palletta di ferro arroventita, la quale verrà ritenuta dal foglietto di piombo posto nel sito 9, e piantando presto nel buco 5 la vite 8, 6, 8 si dia a questa un moto violento col mezzo del manico 13, 13; succederà, che la superficie 8, 8 con tale movimento adattandosi esattamente alla superficie 14, 14, colla punta 6 premerà la palletta di ferro rovente, e facendola uscire

uscire dal buco 9 la precipiterà nel cavo 12, ove sta la polvere, la quale s'acenderà in tempo, che il buco 5, 9 è già esattamente chiuso. Dopochè è abbruciata la polvere s'apra il buco 00 ritirando alquanto lo stantuffo K per mezzo della vite I. Il fluido sviluppato dalla polvere scorrendo tosto dalla capacità superiore nel canaletto 00, s'introduce per mezzo dell'altro canaletto p, p nella capacità inferiore BLB, e di là scorrendo anche pel canaletto r, r, q, q s'introduce nell'ampolla pel buco R, e preme la superficie && dell'acqua, onde questa ben tosto ascende nel tubo VW, e dopo alcune vibrazioni l'acqua si ferma nel tubo più, o meno alta a misura della maggiore, o minore quantità di polvere abbruciata.

116. Se si noterà l'altezza dell'acqua nel tubo subito terminate le sue vibrazioni, e si lasci la macchina nelle descritte circostanze, e si offervi di poi tale altezza ad uguali intervalli di tempo, si troverà, che in ciaschedun intervallo l'acqua si abbassa, meno però nell'intervallo secondo, che nel primo, e meno nel terzo, che nel secondo, finchè comincia il suo

suo abbassamento a divenire insensibile ; salvo che si misuri dopo lunghi intervalli. Passato poi tempo notabile , come di ore 24 , l' acqua rimane stazionaria nel tubo , seguendo solamente le variazioni del calore , siccome fanno i termometri. Procede questo abbassamento dall' assorbire , che fanno il capo morto , e il fumo sulfureo una parte del fluido sviluppato dalla polvere , il quale assorbimento è abbondante in principio , e va sminuendo fino a diventare nullo , come già si è accennato. Ora segnando l' altezza dell' acqua , quando nel tubo resta stazionaria , e pigliando la differenza , che passa tra quest' altezza , e la prima segnata , subito che le sue vibrazioni non sono più apparenti , quanta parte della prima altezza sarà questa differenza , tanta sarà la porzione di tutto il fluido sviluppato nello sperimento assorbita dal fumo.

Ora se , appena cessate le vibrazioni , si chiuderà per mezzo dello stantuffo K la comunicazione delle due capacità superiore , ed inferiore , l' acqua diventerà tosto stazionaria nel tubo , e più non muterà altezza , salvo che si muti il calore nell' atmosfera : e se dopo qualche tempo
s' apri-

s' aprirà di nuovo la comunicazione fra le due capacità, l'acqua discenderà ben tosto nel tubo, perchè il fluido elastico dalla capacità inferiore scorre nella superiore per cagione dell'assorbimento fattosi in essa d'una parte del fluido dal capo morto, e dal fumo sulfureo ivi stato rattenuto.

117. Prima di additare, come per mezzo di questa macchina si possa determinare la densità del fluido, che si sviluppa dal salnitro, e la sua elasticità, bisogna fare alcune osservazioni fisiche intorno le cose, che seguono nella macchina, e dar ragione più particolare, perchè sia stata in tal guisa combinata.

Se, terminato l'abbruciamento della polvere entro la macchina si lascia scorrere tanto di tempo, che basti, perchè si dissipasse affatto il calore prodotto nell'abbruciamento, ed indi si leva il cilindro EDE, si vede, che, se la quantità di polvere abbruciata è di peso $\frac{1}{100}$ di quella, che può occupare tutta la capacità superiore, il fumo, e capo morto sono attaccati alla parte superiore interna DD del cilindro EDE, ed alla parte superiore 12 dell'altro cilindro massiccio 10, 12, 10, e che
l'azio-

l'azione del fuoco ha fatto mutar colore a questo cilindro per un terzo circa della sua lunghezza, dalla sommità 12 venendo all'ingiù, e che nessun segno di fumo, nè di fuoco s'osserva nel fondo A, 10, A; e se si leva la boccia FGL ancor meno si può distinguere verun segno di fuoco, o di fumo in essa. Dalle quali osservazioni si fa chiaro, che nell'aprire la comunicazione fra le due capacità superiore, ed inferiore per mezzo dello stantuffo K, il fluido elastico scorre senza mischiamento sensibile di fumo, e conseguentemente si prova, che l'abbassarsi per un certo tempo l'acqua nel tubo VW, quando la comunicazione fra le due capacità è aperta, e l'essere questa stazionaria, allorchè è chiusa la comunicazione, nasce unicamente dall'afforbire, che fanno il capo morto, ed il fumo una parte del fluido (§. 116.). Ecco per tanto la necessità di combinare le due capacità nella maniera descritta, od in altra equivalente.

Se in vece d'abbruciare $\frac{1}{300}$ della polvere, che tutta può occupare la capacità superiore, se ne abbrucia $\frac{1}{300}$, le stesse cose s'osservano col solo divario, che gli effetti del fuoco, e del fumo si manifestano.

nifesteranno più al basso verso la cornice 11, 10, 11, senza però che il fumo s'introduca nel canaletto o o. Ma se notabilmente s'accresce la quantità della polvere nello sperimento, una qualche parte del fumo nell'aprire la comunicazione s'introdurrà col fluido nella capacità inferiore, e conseguentemente parte del fluido sarà assorbita da questo fumo; onde la pressione del fluido nel liquore dell'ampolla S R S si manifesterà minore di quella, che realmente esser dee.

Finalmente per isminuire notabilmente l'azione del calore nel fluido, e prevenire anche il passaggio del fumo dalla superiore nell'inferiore capacità, s'adopera il cilindro 10, 12, 20. Avvegnachè

1.º Se in vece d'abbruciare la polvere nel sito 12. del mentovato cilindro s'abbruciasse nel fondo dell'incavo A, 11, A, facilmente una parte del fumo, e del capo morto s'introdurrebbe nel canaletto o o, e nella capacità inferiore, ed oltre l'assorbire il fluido in tempo dello sperimento, impedirebbe anche la funzione dello stantuffo K per chiudere la comunicazione fra le due capacità.

2.º Per lo stesso interno cilindro 10,

K

12,

12, 10 s'accresce la superficie interna nella capacità superiore, onde, incontrando il fuoco un maggior numero di punti fisici, e diffondendosi anche in maggior quantità di materia, subito terminato l'abbruciamento minore si manifesta il grado di fuoco, di quando non s'adopera il cilindro 10, 12, 10, come si è provato nella *Prima parte capo primo*.

3.º Essendo il calore prodotto dall'abbruciamento della polvere, e dalla palletta arroventita raunato quasi tutto nel sito 12, D, e riscaldando solamente una parte del fluido elastico, e dell'aria chiusa entro la capacità, succede, che l'aumento d'elasticità, che da questo calore si produce, è notabilmente minore di quello, che si manifesterebbe, se il medesimo calore potesse comunicarsi a tutto il fluido, ed all'aria contenuta nella capacità.

Quantunque questa proposizione provar si possa colla teoria addotta intorno al fuoco, si può dimostrare ancora con questa istessa macchina. Per tal fine collocate in essa tutte le sue parti, senza però metter polvere nel sito 12., e lasciata aperta la comunicazione fra le due capacità si faccia cascare la palletta arroven-

roventita nel sito 12. nell' istessa guisa (S. 115.), come se la polvere accendere si volesse, si vedrà, che il calore di questa, dilatando l'aria nella capacità, farà ascendere l'acqua nel tubo. Si noti per tanto quest'altezza, indi levato il cilindro interno 10, 12, 10, affinchè in altro sperimento la palletta arroventita possa cascare nel fondo A, 11, A, e rifacendo nella stessa guisa la sperienza senza polvere, s'osserversà, che nell'attraversare la palletta rovente tutta la colonna d'aria entro la capacità A D A la riscalda, e la dilata in modo, che l'acqua ascende nel tubo quindici in venti volte di più, che nel primo caso, ma ben presto discende, e si ferma solamente ad un'altezza due in tre volte maggiore di quella del primo sperimento.

118. Conosciuta la struttura della macchina, cogniti i motivi, pe' quali è stata in tal modo combinata, e gli effetti fisici, che in essa succedono, allorchè si abbrucia la polvere, prima di passare agli sperimenti per misurare la densità, e l'elasticità del fluido, bisogna in primo luogo rettificare la macchina, cioè riconoscere, se tutte le parti sono situate in

maniera, che il fluido elastico chiuso entro questa non isfugga da nessuna banda. Ciò si fa condensando una quantità d'aria entro la macchina. Lasciatala in questo stato per alcuni minuti, s'osserva, se l'acqua nel tubo si muove unicamente secondo le sole variazioni di un termometro situato vicino alla macchina.

Bisogna in secondo luogo cercare qual è il peso di tanto Salnitro massiccio quanto occuperebbe un volume uguale alla capacità, e superiore fino allo stantuffo K chiuso, ed inferiore dal chiuso stantuffo K fino alla superficie & & dell'acqua nell'ampolla, prese insieme. Tal peso si trova pesando la quantità d'acqua necessaria per riempire queste due capacità, la quale nel caso nostro è di grani 16580. Ora siccome la gravità specifica dell'acqua adoperata sta a quella del salnitro come 10 : 19, sarà $\frac{19 \times 16580}{10}$ il peso del salnitro massiccio uguale in volume alle due capacità prese insieme.

119. Poste queste premesse, volendo coll'accennata macchina passare agli sperimenti, pigliar si dee poca quantità di polvere, dimodochè appunto per esser
poca

poca il fumo non passi dalla capacità superiore nell' inferiore . Messe per tanto al luogo loro le parti della macchina , chiuse la comunicazione fra le due capacità , posta la polvere nel sito 12 , e fatta cascare la palletta rovente nel canaletto 5 , 9 , ov' è ritenuta dal foglietto di piombo , si mette presto la vite 8 , 6 , 8 , e si dà un moto violento al manico 13 , 13 ; onde , aggirandosi precipitosamente , chiude con esattezza il canaletto 5 , 9 , e la palletta cascando abbrucia la polvere . Ciò fatto s' apre la comunicazione fra le due capacità , e terminate le sensibili vibrazioni dell' acqua nel tubo , si chiude di nuovo la comunicazione . E perchè nell' ascendere l' acqua nel tubo s' è abbassata la superficie & & dell' ampolla , perciò si gira la vite *y y* , facendola salire , finchè la detta superficie ritorni al segno di prima , e si conservi in tal guisa la capacità inferiore invariabile . Dopo questo si nota l' altezza dell' acqua nel tubo *V W* , misurandola dalla superficie & & , dalla quale altezza però si dee diffalcare quel di più , che l' attrazione del vetro può far ascendere l' acqua ; la qual cosa si misura prima dello sperimento ; poichè , quando

questa attrazione opera sensibilmente , si osserva l'acqua nel tubo più alta della superficie & &.

Si ripeta più volte lo sperimento nella medesima maniera , e colla medesima quantità , e qualità di polvere , finchè un termometro mobilissimo ad ogni minima mutazione posto nella camera dello sperimento è stazionario , e si noti ciascheduna volta l'altezza dell'acqua nel tubo. Non si tocchi mai con mano immediata la boccia F L G , nè il cilindro E D E , ma piglisi un tovagliolino a tre , o quattro doppj per maneggiarli ; avvegnachè il calore del solo contatto di un dito eccitato nella boccia in breve tempo fa ascendere l'acqua nel tubo .

Di tutte le notate altezze se ne faccia una comune , ed in questa s'avranno in certo modo compensate le variazioni prodotte dal calore rimasto nella capacità , e dall'assorbimento d'una parte del fluido . Denominando quest'altezza mezzana = a , la mezzana altezza d'un barometro dell'istessa acqua posta nell'ampolla = A , il rotto $\frac{a}{A}$ esprimerà la proporzione tra l'elasticità di questo fluido , e quella dell'atmosfera.

120. Deesi però avvertire, che nell'adoperare piccola quantità di polvere succede facilmente, che il salnitro in questi granelli non è in quella determinata proporzione co' corpi combustibili, ch' è stata posta sulla massa totale nella composizione della polvere, onde in tal caso da uno sperimento all' altro s'incontrano svarj notabili nell' altezza, a cui ascende l'acqua nel tubo. Per evitare tale varietà abbiassi e salnitro, e carbone, e solfo separatamente ben tritati, e pesata una quantità di salnitro si mescoli ben bene con tanto di solfo, e di carbone, che basti per distruggere precipitosamente il salnitro. Nè è necessario il granire questa mistura, poichè in questa sperienza si cerca solamente la densità, ed elasticità del fluido contenuto nel salnitro; e il flogistico, che s'adopera, per nessun altro verso si considera, che come mezzo indispensabile per isprigionare il fluido, onde esplorarne poi la sua densità, ed elasticità.

121. Affine di dedurre dagli sperimenti (§. 119.) la quantità del fluido elastico chiuso entro il salnitro, si avverta, che, siccome in dette sperienze il fluido

è molto dilatato nelle due capacità, dovrà perciò dirsi l'elasticità sua rigorosamente proporzionale alla densità. In questo caso

adunque il rotto $\frac{a}{A}$, ch' esprime l'elasticità

$= n$ del fluido, accenna ancora la densità. Ora, se le due capacità insieme

prese si dicono $= c = \frac{19 \times 16580}{10}$ (§. 118.)

$= 31502$. grani, e se il salnitro abbruciato in ciascheduno sperimento si dice $= f$,

farà $\frac{n \cdot c}{f}$ la densità della stessa quantità di

fluido ristretto in una capacità $= f$: ma perchè la capacità f è fatta minore dalle mate-

rie non elastiche $= m$, che entrano nella sostanza del salnitro, se il loro volume è $= r m$,

il sito occupato dal fluido dentro il sal-

nitro farà $f - r m$, ed il quoziente $\frac{n \cdot c}{f - r m}$

esprimerà la densità del fluido elastico, quando è imprigionato entro il salnitro.

122. Quei Filosofi, che hanno diligentemente esaminato il fluido, che si svi-

luppa dal Salnitro, gli hanno attribuito il medesimo peso specifico dell'aria, che respiriamo.

Posta tal cosa, poichè la gravità specifica dell'aria sta a quella del

sal-

salnitro, come 1 : 1520, e che le due capacità insieme prese contengono il peso = c di salnitro, consegua, che la quantità d'aria, la quale essendo chiusa entro la macchina (Fig.^a 6.) produce lo stesso effetto = n , che produce il fluido $f - m$ sviluppato dal salnitro, consegua, dico, che tal quantità d'aria sarà espressa dal peso $\frac{n c}{1520}$. Avremo per tanto $f - m =$

$\frac{n c}{1520}$; e sostituendo in quest' espressione i valori dati dalla nostra sferienza $c =$

31502, $f = 6$ grani, $n = \frac{2}{21}$, s'avrà

quello di $m = 4$ grani. E perchè il fluido elastico contenuto nel salnitro è proporzionale alla quantità di questo sale (§. 57.), farà la quantità di questo fluido $\frac{f - m}{f} = \frac{1}{3}$ della sostanza del sal-

nitro.

Si dee quì osservare, che, quantunque questo fluido aver possa peso specifico uguale all'aria, non consegua però già, ch'esso ne debba avere necessariamente anche le altre proprietà, e ancor meno, che debba essere aria schietta.

Im-

Imperciocchè avendo noi provato nella *Prima parte* con esperimenti non equivoci, che la polvere più difficilmente s'accende a misura, che l'aria naturale intorno ad essa è più rarefatta, e provato pure avendo, che il fluido elastico, il quale dai primi granelli si sviluppa, non supplisce in tal tempo alla mancanza dell'aria naturale, siamo costretti dire, che, se il fluido elastico è veramente aria, è però privo in tempo, che si sprigiona dal salnitro, di quella proprietà, per cui l'aria serve a facilitare l'abbruciamento de' corpi combustibili. Se poi il detto fluido alcun tempo dopo il suo sviluppamento possa acquistare tale qualità, più non fa al nostro proposito il ricercarlo.

123. Se i valori cogniti di c , n , f , m si sostituiranno nella formola $\frac{n c}{f - r m}$ (§. 121.);

e se il valore di r è $\frac{19}{27}$, cioè, se la densità delle materie non elastiche è uguale a quella del nitro fissato coi carboni accesi, sarà $\frac{n c}{f - r m} = 942$; vale a dire, che il fluido, allorchè è imprigionato entro il salnitro, è denso 942 volte più di

di quello , che s' equilibra colla pressione dell' atmosfera .

124. Cognita la quantità , e densità del fluido elastico , quando è chiuso nel salnitro , si potrà trovare la densità di quello , che si è sviluppato da una quantità di polvere abbruciata entro una capacità chiusa . Suppongasi , che questa capacità sia espressa da una massa di salnitro del peso $= G$, farà $\frac{G}{3}$ il fluido elastico , $\frac{2}{3} G$

le materie non elastiche , e $\frac{38 G}{81}$ il volume

di queste (§. 122.) ; onde $G - \frac{38 G}{81} =$

$\frac{43}{81} G$ farà il sito occupato dal fluido $\frac{G}{3}$.

Si chiami $h + p$ la polvere , che si abbrucia entro la capacità G ; volendosi additare colla lettera h la quantità del fluido contenuto in questa polvere , e colla lettera p il solfo , carbone , e nitro fisso ; e supposto , che dopo l'abbruciamento il volume di queste materie sia espresso per $q p$, farà $G - q p$ il sito , che occuperà il fluido , dopo che sarà abbruciata la polvere . Adunque se il fluido sviluppato dalla pol-

polvere fosse $\frac{G}{3}$, la sua densità nel sito G —

$q p$ sarebbe alla densità nel sito $\frac{43 G}{81}$;

$$\text{come } \frac{n c}{f-r m} : \frac{n c}{f-r m} \times \frac{43 G}{81 X G - q p} = 942 :$$

$$942 \times \frac{43 G}{81 X G - q p} = \frac{500 G}{G - q p}$$

Ma la quantità del fluido sviluppato dalla polvere è solamente h , adunque

farà $\frac{G}{3} : h = \frac{500 G}{G - p q} : \frac{1500 h}{G - p q}$ la densità ricercata.

Per esemplificare suppongasi, che la capacità G sia piena di polvere da guerra ben rinferrata: Siccome dalla composizione di questa polvere si ricava $p = 3 h$, e che la capacità, la quale contiene il peso G di salnitro massiccio, contiene il peso $\frac{15 G}{38}$ d'essa polvere rinferrata, e che

da altre sperienze si ha $q = \frac{7}{9}$ in circa,

farà $h + p = 4 h = \frac{15 G}{38}$; onde sostituendo

nella formola i numeri, e i valori di G ,

e p dati per h , s' avrà $\frac{1500 b}{G - 9P} = \frac{1500}{152 - 7}$

$= 192$, vale a dire che la densità del fluido sviluppato nella capacità G è nel caso presente 192 volte quella dello stesso fluido, che colla sua elasticità s'equilibra colla mezzana pressione dell'atmosfera.

125. Per determinare poi l'elasticità del fluido sviluppato da una data quantità di polvere, il quale trovasi chiuso dentro una capacità, si potrà fare uso di una delle due formole, che si hanno nelle (*Instit. Fis. meccan.*):

1.^a $7200nS$,

2.^a $7200S \sqrt{\frac{2}{3}M - \frac{2}{3}\sqrt{M \times M - n}}$

potendosi adoperare la prima, quando la densità del fluido sviluppato è minore di 20, e dovendosi usare la seconda, se la densità è maggiore di 20. Nel primo caso adunque basterà, che, giusta il paragrafo antecedente si trovi il valore della densità del fluido sviluppato; e sostituito questo valore, in vece di n nella prima formola s'avrà in libbre la pressione, con cui il fluido colla sua elasticità preme contro una superficie $= S$. Nel secondo caso poi si scriverà

verà nella seconda formola in vece di M il numero 942 esperimente la densità del fluido, quando è chiuso dentro il salnitro (§. 123.), ed in vece di n si scriverà come prima il valore di detta densità, che risulta operando secondo l' antecedente paragrafo, e s' avrà pure in libbre la pressione, con cui il fluido sviluppato preme colla sua elasticità contro la superficie = S .

Si dee qui ricordare, che in queste due formole, e in tutte le altre delle *Instituzioni Fisiche meccaniche*, delle quali avremo occasione di servirci nel presente Trattato, l' unità della misura è il piede d' eliprando, e l' unità del peso è la libbra; che la lunghezza del pendolo semplice, il quale in ciascheduna vibrazione segna in Torino un minuto secondo del tempo medio è $\frac{31}{16}$ di questo piede, e che un piede cubo dell' acqua pura adoperata nei divisati sperimenti pesa libbre Torinesi $366 \frac{7}{8}$.

CAPO SECONDO.

159

Alcune principali maniere per misurare la forza massima della Polvere nel tempo del suo abbruciamento dentro una capacità invariabile.

126. **S**E per misurare l'elasticità del fluido permanente nello stato il più semplice tali difficoltà s'incontrano, che appena si può arrivare ad un' approssimazione, allora quando il fluido è molto denso, quale speranza poi avremo di poter additare con precisione la forza della polvere, quando s'abbrucia, essendo in tal tempo il fluido molto composto, e diverse le cause, che contemporaneamente, o successivamente concorrono a produrre, o ad accrescere l'elasticità sua? In fatti noi ignoriamo la quantità del fluido, che si sviluppa in ciascun punto dell'abbruciamento, il grado del fuoco, la diversa maniera, con cui questo si diffonde, e si propaga nelle diverse sorte di polvere, o nell'istessa polvere posta in circostanze diverse, la rarefazione dell'aria naturale, che

che trovasi fra i granelli, e nella materia stessa della polvere, l'elasticità del fumo, e la dilatazione delle materie da noi chiamate, in paragone delle altre, non elastiche, che pel maggiore volume, che acquistano, maggiormente rinferrano il fluido permanente, il quale conseguentemente diventa più elastico. Di sì fatto composto sembra finora, che non sia permeffo l'analisi alle umane forze; poichè, succedendo tutto il fenomeno in tempo brevissimo, nè possiamo in questo mentre esaminare a parte a parte ciascheduna delle cause, che concorrono a produrlo, e l'accompagnano; nè si vede la via di poter fare sperimenti, co' quali ora separando in tempo dell'abbruciamento il fumo da tutto il composto, ora impedendo la dilatazione delle materie non elastiche, ora distinguendo la legge, con cui si fa lo sviluppamento del fluido, si possa poi assegnare il quantitativo, e l'efficacia dedurre di ciascheduna delle mentovate cause.

Bisogna per tanto necessariamente contentarsi di scoprire i limiti della forza proveniente da tutto il composto nel tempo dell'abbruciamento, servendoci di quelle determinate circostanze, che è in man-

nostra il fissare. Perciò non volendoci internare in un esame troppo lungo, supporremo, che la polvere s'accenda dentro una capacità piena in modo, che si trovino solamente gli spazietti fra i granelli, che dalla figura di questi derivano. Ciò posto riflettasi, che la polvere si può accendere dentro una capacità in tre casi diversi;

1.° Quando il focone sul bel principio dell'abbruciamento è già chiuso, e la capacità è invariabile.

2.° Quando nella capacità invariabile il fluido infuocato può sfogarsi da qualche banda.

3.° Quando in tempo dell'abbruciamento e la capacità va crescendo, e il fluido infuocato trova uno sfogo.

Egli è chiaro, supponendo la medesima quantità, e qualità di polvere dentro simili, ed uguali capacità, che il termine massimo di forza nel primo caso (§. 113.) supererà quello degli altri due, e che la detta forza massima nel secondo caso supererà quella del terzo.

127. Non è mai avvenuto finora, che nel modo, in cui s'adopera la polvere in guerra, sia succeduto il primo degli

accennati tre casi. Il secondo è lo stesso, che talora si osserva ne' fornelli delle mine fatti in materie, le quali comprimere non si possono sensibilmente, nelle bombe, e nelle granate di tale resistenza, che basti per porle in equilibrio colla polvere, che dentro queste s'accende. E finalmente vedesi il terzo caso ne' fornelli delle mine fatti in materie, che si possono comprimere, e nelle armi da fuoco caricate come s'usa in fazione.

Proporremo per tanto in questo capo alcune principali maniere di misurare il termine massimo di forza della polvere accesa nel secondo caso; e si tratterà nei due successivi delle maniere di misurare la forza della polvere accesa nel terzo caso, considerato nelle armi da fuoco solamente: poichè, per ciò riguarda le mine-fatte in materie, che si possono comprimere, basta quanto detto abbiamo nel libro terzo dell' *Architettura militare*, e nel libro secondo dell' *Artigliaria pratica*, per risolvere con sufficiente approssimazione tutti quei problemi, che occorrere possono nell'uso, che si fa della polvere nelle mine.

128. Volendo misurare la massima elasticità del fluido infuocato, che nell'abbruciare

bruciare la polvere si produce, si potrà questa elasticità paragonare immediatamente colle tre seguenti resistenze, cioè colla gravità, coll'adesione, e coll'elasticità dei corpi.

Si raccoglie dagli sperimenti, che si addurranno, che, se la polvere da guerra abbrucia in una capacità invariabile piena di polvere, in cui però il fluido elastico possa sfuggire pel focone (§. 126, n. 2.), la sua massima elasticità in tempo dell'abbruciamento è in circa 1800. volte la pressione dell'atmosfera. Per la qual cosa è necessario, che le macchine per esplorare la forza massima delle polveri descritte (§. 40.) sieno molto resistenti, e i pesi, ch' esprimono questa forza, sieno molto gravi. Da ciò ne nasce poi difficoltà sì nel combinare le macchine, affinchè sieno fatte coll'esattezza, e perfezione, che si conviene, sì nel passare agli sperimenti.

129. Che, se per iscanfare l'uso dei pesi molto gravi, e la troppa composizione della macchina s'adopreranno quantità di polvere assai minori della capacità, ne succederà, che, siccome nell'abbruciarfi la polvere, il fluido, che fin

dal principio dell' accensione si sviluppa ; diffondesi in tutta la capacità , ed allontanandosi non può essere riscaldato a quel segno , che lo farebbe , se la capacità fosse piena , e l' abbruciamento succedesse in ciaschedun sito della medesima ; così l' elasticità della stessa quantità di fluido è più , o meno accresciuta dal fuoco a misura , che minore , o maggiore è la capacità , entro cui s' abbrucia la stessa quantità di polvere , o a misura , che si variano le quantità di polvere , fervendosi sempre della medesima capacità. Perciò , se adoperare si vorranno piccole quantità di polvere dentro una grande capacità per dedurre da questi effetti , quale sia la massima elasticità della polvere , bisogna fare una lunga serie di sperimenti abbrucian-done differenti quantità , finchè scoprire si possa una legge nell' elasticità del fluido infuocato , che a determinare la massima pressione ci conduca.

130. Oltre le cose dette dee la capacità essere talmente configurata , che la polvere in essa sia radunata in modo da potersi accendere con gran prestezza , e sia anche attigua alla superficie del corpo resistente , dal cui movimento si dee
poi

poi conoscere l'elasticità ricercata. Avvegnachè, se il fluido infuocato dovesse scorrere certo spazio, per operare contro la superficie del mentovato corpo, allora in vece d'una pressione s'avrebbe un'impulsione, e conseguentemente una forza assai maggiore di quella, che si ricerca, come vedremo appresso; al che importa sommamente il badare, se si vuole concludente lo sperimento.

131. Quantunque nella solita maniera di provare le polveri col mortaietto alla forza di queste s'opponga la gravità del globo, che viene cacciato dal mortaio; nulla di meno non si può da tale esperienza ricavare, quale sia l'elasticità massima della polvere. Imperciocchè il peso del globo essendo troppo picciolo rispetto alla detta elasticità, si muove questo dal suo sito, primachè la forza della polvere sia ridotta al sommo dentro la capacità, in cui è posta, e si varia anche con ciò la capacità, in cui diffondesi il fluido.

Lo strumento perpendicolare da noi chiamato *Provetto*, cognito già da gran tempo, è una macchina inventata per confrontare la forza di differenti sorte di polvere per mezzo della gravità. Ma per

dedurne l'elasticità massima è necessario, che il peso QMNS, il quale dee essere mosso dal basso in alto, sia assai più pesante, di ciò suol farsi in questi provetti; acciocchè esso si muova solamente in tempo della massima elasticità, e scorra uno spazio cortissimo, tanto che sia innalzato alcun poco da potersi distinguere, che la sua gravità è stata vinta dal fluido infuocato. Affine poi d'accreocere, o sminuire il peso a beneplacito, secondo che conviene alle differenti elasticità, si può il peso suddetto fare incavato, come QSQ, mettendo poi in questo incavo materie pesanti, le quali facilmente pigliano sito uguale in tutta la capacità, come sono pallini di piombo. Con ciò si conserva anche, come è necessario, il centro di gravità del peso QMNS nell'asse ST della capacità cilindrica del provetto, che dee essere situata a piombo. Finalmente di quà, e di là del provetto si debbono collocare a piombo due colonne scanalate, affinchè i due denti, o guide L, L della massa QMNS scorranò entro le scanalature dal basso in alto per la direzione a piombo.

132. La formola $7200nS=P$ (*Instit. Fis. mec.*), in cui n esprime l'elasticità del fluido, S la superficie compressa, serve a far vedere, che, se in questo provetto il diametro EF della capacità cilindrica è $\frac{1}{24}$ di piede, sarà $S = \frac{1}{778}$, e scrivendo 1800 in vece di n sarà $7200nS$

$$= 7200 \times 1800 \times \frac{1}{778} = \text{libbre } 16658; \text{vale}$$

a dire, che il peso $QMNR$ non dee essere minore delle libbre suddette, perchè possa la massima elasticità della polvere accesa sollevarlo solamente alcun poco. Ma siccome un tal peso è già per se stesso molto grave, e conseguentemente difficile il maneggiarlo; così per minorarlo, e misurare nulla ostante la stessa forza della polvere bisognerà far sì, che il valore di S sia minore, senza però sminuire la capacità cilindrica: il che può farsi nella seguente maniera.

133. Nel provetto $ABCD$ si faccia il voto cilindrico $CIKD$ in modo, che, dopo avervi adattata la vite $GCPHD$, di cui la lunghezza GC sia sufficiente a resistere alla forza massima della polvere, rimanga l'altezza GI della capacità IK ,

FIGURA
VIII.

LA

HG

HG, ch e dee contenere la polvere, quasi uguale al diametro **GH**. In mezzo alla detta vite si faccia un canale **OP** cilindrico con un risalto alquanto pi  largh verso **P**. Dentro questo buco s'adatti una caviglia di ferro, e similmente configurata, temprata, ed esattamente liscia, sicch  il fluido infuocato isfuggire non possa per li margini. Il risalto verso **P** serve a tenere la bacchetta nel suo luogo, affinch  non caschi entro il sito della polvere. Posto per tanto l'asse cilindrico **VP** a piombo, si ponga sopra la testa **P** della caviglia un peso, il di cui centro di gravit  sia nell'asse **VP**, ed abbia questo peso le due guide, per cui, incastrandolo nelle due scanalature delle due colonne, scorra dal basso in alto per la direzione **VP**, come   stato detto per la figura antecedente. Empiuta per tanto la capacit  **G I K H** di polvere, ed appicciatovi fuoco pel focone **X** succeder , che il fluido infuocato premendo tutto d'intorno nella capacit  spinger  la caviglia **O P** dal basso in alto, e conseguentemente spinger  anche il peso soprapposto in **P**. Questo peso dovr  accrescersi, o sminuirsi nel modo detto (§. 131.); finch  uno se

ne trovi, che dalla polvere accesa sia sol tanto alcun poco sollevato; d'onde si verà in cognizione della pressione del medesimo fluido. Per la qual cosa, se questo peso P s' esprime in libbre, s' avrà $7200nS=P$, in cui il valore di S essendo noto dalla sperienza, perchè uguale alla base O della caviglia OP , si farà con ciò nota l' elasticità $=n$ del fluido nelle divisate circostanze.

134. La misura della forza massima della polvere per mezzo dell' adesione dei corpi si potrà cercare in diverse maniere.

In primo luogo colla scorta delle cose, che si hanno nelle *Instituzioni fisiche meccaniche*, si potranno fare delle sperienze semplici per risolvere il problema. Per esempio, se dopo aver empito di polvere un cilindro di metallo omogeneo, le cui pareti abbiano uguale spessezza, si chiuderà la polvere nella capacità cilindrica per mezzo d' una forte vite, e dato fuoco a questa polvere da un piccol buco fatto alla metà della lunghezza del cilindro, perchè più pronto, e abbondante sia l' abbruciamento, se si vedrà, che il cilindro ha cominciato a fendersi secondo la sua lunghezza, essendo questo fortemente

teamente attaccato per di fuori nelle due basi per produrre in tal guisa le fessure colla sola forza, che opera sulla superficie cilindrica, s'avrà in tale osservazione l'equilibrio tra la massima forza del fluido, e la resistenza della parete cilindrica.

La formola per quest' equilibrio è $7200nr = mq$ (*Inst. Fis. meccan.*), in cui r esprime il raggio della capacità cilindrica, m la spessore della parete, q il numero delle libbre, ch'è necessario per la rottura d'un piede nell'adesione assoluta del metallo, con cui è fatto il cilindro. Ora, poichè i valori di r , m , sono dati in questa esperienza, e che quello di q si ha esplorando a parte l'adesione nei pezzi del cilindro rotto, cost, se questi valori si sostituiranno nella formola, si farà con ciò noto quello di n indicante la ricercata elasticità massima del fluido.

Si potrà quì osservare, che nel fare queste esperienze riesce più pronto adoperare cilindri di spessore maggiore del dovere, ed affottigliargli un pochetto dopo ciascuno sparo, finchè si giunga a quella spessore, che comincia a cedere nello sparo.

135. Per misurare in altra maniera l'elasticità massima della polvere per mezzo dell'adesione de' corpi è stata ideata la seguente macchina.

ABCD è un cilindro di bronzo, o di ferro col vano interno cilindrico EF GH per contenere la polvere. Questo si chiude per mezzo della vite IEFK lunga non meno di $\frac{2}{3}$ del diametro EF, nella quale si fa il focone LM. Nel fondo G H evvi un canale cilindrico, in cui si pone la bacchetta temprata OP esattamente liscia, la quale s'appoggia ad angoli retti sopra un ferro temprato QQ, che attraversa, e sopravanza tutta la grossezza del cilindro, ed è libero per di sotto. SS è una lamina di ferro più sottile nel mezzo XY, la quale ha due buchi 8, 8 nelle sue estremità, affinchè si possa riporre nelle gambe di ferro RT fortissimamente unite al cilindro ABCD. Sopra questa lamina si mette un pezzo di ferro VV coperto col piombo WW, ed il tutto si ferma colle madreviti ZZ.

Disposte in tal guisa le cose, e accesa la polvere nella capacità EFGH, il fluido infocato preme la base O della caviglia OP, e conseguentemente preme il
pez-

FIGURA
IX, e X.

pezzo di ferro QQ, il quale appoggiando contro la lamina SS nella parte sottile XY tende a romperla in questo sito. In fatti la rompe, quando la forza della polvere è maggiore di questa resistenza. Il pezzo di piombo WW col ferro VV impediscono, che nel romperfi la lamina SS la bacchetta scorra uno spazio molto lungo, e che per conseguenza la capacità EGHF varj il meno, che sia possibile. Ripetasi lo sperimento colla medesima quantità, e qualità di polvere, adoperando ciascheduna volta una lamina S XYS di differente grossezza XY, finchè una se ne trovi, che appena sia rotta dall' azione della polvere. Ciò fatto si metta un' altra lamina di simile grossezza nello stesso sito, ed attaccata in alto la macchina per mezzo degli orecchioni 10, 10, s' appoggi sopra il ferro QQ la maniglia 12, 11, 12, in fondo alla quale si legano catene 11 con un bacile, dentro cui si mettono diversi pesi, finchè si rompa la lamina.

Cognito in tal maniera il peso P, che rompe la lamina SS, se questo numero espresso in libbre si sostituirà nella formola $7200nS=P$, e si scriverà il valore

lore della testa della bacchetta OP in vece di S , s' avrà il ricercato valore di n .

136. In altra maniera ancora si può combinare la macchina suddetta , non considerando il buco OP fatto nel fondo G H della capacità , nè le altre parti al di sotto di CD. Si faccia ad un tal fine il canale cilindrico 2 , 3 , in cui si ponga esattamente la caviglia 2 , 3 , che s' appoggia al pezzo di ferro 4 , 5 incastrato nel fondo della macchina. Al cilindro A BCD s' applichi un anello esatto di ferro 6 , 7 , il quale per di dentro tocchi il pezzo di ferro 4 , 5 , che nella superficie esterna 4 , 4 termina a fiore della superficie cilindrica , e sia quest' anello dirimpetto alla caviglia.

Quest' anello esser dee di competente grossezza , e si lima nella parte 7 , 7 dopo ciascuno sparo , finchè si ha quella minor grossezza , che appena viene superata dall' azione della polvere. Si ha nel fare lo sperimento l' avvertenza di collocare la macchina in modo , che dalla parte 7 , 7 , ove rompere si dee l' anello , vi sia in poca distanza un incontro sodo , affinchè il ferro 4 , 5 , e la caviglia 2 , 3

scor-

scorrono uno spazio cortissimo nel rompere l'anello per li motivi già addotti.

Trovata la grossezza dell'anello, che nel sito 7, 7 appena è superata dalla forza della polvere, si cercherà, quale sia il peso, che rompe un altro anello omogeneo, e d'uguale grossezza al primo, coll'adattare quest'anello ad un esatto cilindro corto di legno duro; affinchè servendosi dello stesso pezzo di ferro 4, 5, possa questo sopravanzare la lunghezza del cilindro da due bande tanto, che basti, per applicarvi la maniglia di ferro Q, 11, Q, e la base, che comprime l'anello, sia sempre la stessa, e l'anello medesimo nell'essere tratto dal peso, che lo dee rompere, non muti figura. Cognito in tal maniera il peso = P, è poi necessario, per avere l'elasticità = n, costruire una formola particolare, in cui si comprendano i valori e della testa 2 della bacchetta 2, 3, e del raggio interno dell'anello, e della sua spessore nel sito della rottura.

137. Risulta dalle sperienze fatte col divisato metodo (§. 133. 134. 135.), che adoperando polvere da guerra di grano fino in maniera però, che, empiondone la capacità, non sia in questa la polvere

vere compressa , risulta , dico , che l'elasticità massima $= n$ è in tempo secco 1900 volte la pressione mezzana dell' atmosfera , e solamente 1400 volte la pressione medesima , quando l' atmosfera è molto carica di vapori. Questo dimostra , che la polvere molto fina è una specie d'aerometro. In queste sperienze e il diametro del vano interno cilindrico , e la sua altezza erano ognuno di punti 5. abbondanti , onde la capacità conteneva denari 3. $\frac{1}{2}$ di polvere. Ora riflettendo alle cose insegnate si vede subito , che accrescendosi la capacità fino a un certo segno , se questa s'empierà di polvere , come prima , rimanendo il focone della stessa grandezza , l'elasticità massima si manifesterà maggiore dell'anzidetta , sì per la maggiore veemenza del fuoco , che per lo sfogo del fluido minore proporzionalmente alla massa totale. Chi desidera di conoscere a qual segno giunge la massima elasticità del fluido , allorchè la polvere s'abbrucia , essendo chiuso il focone , potrà servirsi di un ripiego simile al descritto §. III. Nel mezzo della vite LEFK si faccia un canaletto LM colle sue spire per potervi impiantare la vite

G&, lunga quanto si conviene, affinchè, facendo arroventire la sua punta &, e per mezzo del manico NN dato alla vite un gran movimento in giro succeda, che la testa G s'adatti esattamente alla superficie IK nel tempo, che la punta arroventita, oltrepassando il buco M, accende la polvere posta entro la capacità EFGH.

138. Dalle additate maniere di misurare la forza massima della polvere per mezzo della gravità, e dell'adesione dei corpi potrà chi che sia colle cose, che si hanno nelle *Instituzioni fisiche meccaniche* trovarne qualcuna per misurare la detta forza per mezzo dell'elasticità (§. 127.); bastando per ciò l'opporre al movimento della bacchetta qualche molla fortemente tesa, di modo però, che nella massima forza della polvere la molla possa essere maggiormente tesa bensì, ma tanto, che basti per accorgersene per mezzo d'un'indice di cera molle, che sia compresso dal movimento della molla, o in qualche altra maniera, che si crederà più opportuna.

139. Prima di terminare questo capo util cosa è il badare alla gran diversità, che

che si osserva nella veemenza del fuoco, a misura, che s'abbrucia la stessa quantità di polvere in capacità diverse.

Ad una delle tre macchine, *Fig. 8*, 9, e 10, e per esempio a quella della *Fig. 8* si faccia un'altra vite EFMN da impiantare nel sito CDGH del provetto, ed abbia questa vite il canaletto TY molto stretto. Nel basso Y si faccia un incavo a cono tronco MNRS, ed in questo si metta con esattezza un pezzo di stagno della medesima figura forato in mezzo, affinchè il canaletto TY non resti otturato. Si chiuda esattamente il focone XI, e s'empia di polvere la capacità I-KGH. Posta la vite EFMN nel sito CDGH, e per mezzo del canaletto TY s'accenda la polvere messa nella capacità GHIK, questa scoppiando si sfogherà tutta pel detto canaletto. Dopo questo si levi la vite EFMN, e si vedrà, che il pezzo di stagno è stato liquefatto in parte nel tempo dello scoppio. La materia liquefatta si potrà raccogliere, ponendo, prima dello sparo, avanti al canaletto TY in distanza d'un piede un pezzo di tavola colla superficie scabrosa, poichè a questa dopo lo sparo si troverà attaccato.

lo stagno, che si è liquefatto in tempo dello scoppio.

Ora, se la medesima quantità di polvere s'abbrucerà dentro un'altra capacità notabilmente maggiore della mentovata, poste per altro uguali tutte le altre circostanze, più non vedrassi liquefazione nello stagno. Finalmente, se la medesima quantità di polvere s'abbrucerà nell'aria libera sopra un foglio di carta, si vedrà, che il fuoco di questa polvere qualche volta abbrucia solamente la carta in alcuni piccioli siti. Questa notevole diversità d'effetti è sufficientissima a provare la gran diversità della veemenza del fuoco. Per la qual cosa si fa manifesto, che l'elasticità del fluido in tempo del fuoco attuale dee anche variare assai nei mentovati casi.

Questa osservazione colle cose, che appresso si diranno, servirà a dimostrare il perchè un'arma sparata più volte successivamente cogli stoppacci fortemente riscalcati si riscaldi ben presto, e perchè le si dilati il focone, in vece che assai più tardi si veggono questi effetti, quando non si riscalcano gli stoppacci, benchè s'adopere in ciascuno sparo la medesima

sima

lima carica, e si spari l' arma collo stesso intervallo di tempo.

Finalmente colla stessa vite EFMN si può anche conoscere, quale fra i metalli sia più atto per porre il grano ai cannoni. Si facciano coni tronchi di ciascheduno de' metalli, che si vuol esaminare, e s' adattino nel sito MNRS, osservando dopo lo sparo qual d' essi sia stato meno corroso, o alterato, e quello sarà il migliore.

C A P O T E R Z O.

Delle modificazioni del fluido nello svilupparsi dentro l' anima cilindrica d' un' arma, che nascono dalla resistenza allo sfogo dello stesso fluido verso la bocca del pezzo.

140. **II** Proietti dalle Artiglierie, mentre scorrono la lunghezza dell' anima compresa tra il sito della carica, e la bocca del pezzo, sono continuamente sollecitati dal fluido elastico, che dalla polvere si sviluppa, qualunque volta la carica ado-

perata non è troppo picciola, nè l'arma soverchiamente lunga. Questo movimento accelerato principia, e continua per le sole pressioni del fluido, ogni volta che lo stoppaccio farà stato sopra la palla ricalcato con veemenza, o la palla farà in altra guisa ritenuta, come nelle carabine rigate; in somma sempre che il proietto incontrerà sul principio del suo movimento una resistenza uguale, o superiore alla forza, che può ricevere dall'impulsione del fluido, che dal sito, ove comincia a svilupparfi, si propaga verso la bocca. Ma, se il proietto o non incontrerà resistenza, o trovandola farà minore della forza ricevuta dall'impulsione, come accade, quando o non si mettono gli stoppacci nel caricare l'arma, o mettendoli non si ricalca quello sopra la palla, e l'altro frapposto tra questa, e la polvere, ancorchè ricalcato, può essere facilmente attraversato nella sua tessitura dal fluido elastico, come sono quelli fatti di paglia, o di fieno attortigliato, in queste circostanze succederà, che il proietto principierà a moverfi per l'impulsione del fluido. Nel primo caso la velocità, che avrà il proietto in ciaschedun punto della

lun-

lunghezza dell' arma , farà proporzionale alla sudduplicata della superficie , che esprime la somma delle pressioni negli spazj : ma nel secondo caso la velocità del proietto farà composta di detta sudduplicata coll' aggiunta di quella costante , che gli sarà stata comunicata dall' impulsione (*Inst. fis. meccan.*). Ragioniamo alcun poco intorno al primo caso , come quello , ch' è di maggior uso nella pratica , poiché questo caso si ha colle cariche descritte (§. 109.), ricalcate , come si suole in fazione.

141. Se fossero costanti e la legge , con cui si sviluppa il fluido dalla polvere accesa , e la veemenza del fuoco , da cui la maggior elasticità del fluido dipende , poche sperienze basterebbero per determinare la scala di queste pressioni negli spazj , la quale si farebbe servire per le armi di qualsivoglia calibro ; ma perchè queste sono modificate da una grande varietà di circostanze , l' esito delle sperienze non dà giammai , se non soluzioni particolari.

Prima però di dire , come si determinino queste particolarità , esamineremo sotto un punto di vista generale le mo-

dificazioni, che nascono dalla diversa resistenza all' uscita del fluido elastico verso la bocca del pezzo. Ed affinchè si conosca l' importanza di quest' esame, premettendo tutto ciò, che altrove già detto abbiamo, dimostreremo con alcuni familiari sperimenti, che in guisa notabilmente diversa segue lo sviluppo del fluido in un' arma da fuoco a misura, che diversa è la resistenza, che il fluido elastico trova allo sfogo verso la bocca del pezzo.

142. Allo sfogo del fluido verso la bocca nelle armi da fuoco s' oppone una resistenza diversa non solamente colla quantità di materia della palla, e degli stoppacci, ma ancora col maggior fregamento di questi contro le pareti dell' anima nel sito contiguo alla carica. Per avere maggior fregamento s' adoperano stoppacci, che a forza entrano nel pezzo, i quali dopo essere spinti fino contro la polvere si ricalcano, e con ciò si riduce la polvere in minor sito, e conseguentemente tutta più vicina al focone. Per la qual cosa, come detto è nella *prima parte*, purchè in questa polvere più raccolta il fuoco, che da' primi granelli accesi spandesi

183

deſi tutto d' intorno , trovi un paſſaggio ſufficiente tra gli ſpazietti degli altri granelli , tutti queſti e più preſto ſ' accendono , e più precipitoſamente ciaſchedun granello ſ' abbrucia interamente , e maggiore manifeſtaſi la forza del fluido dentro l' arma.

143. Preſe alcune canne ſecche , e bene ſtagionate , e di ciaſchedun pezzo col nodo fatto un cannone , ſe ne ſono formate tre ſerie , ſegnando ciaſchedun cannone con un numero , e in modo tale , che il cannone n. 1. di una ſerie avea il medefimo diametro , e la medefima lunghezza del cannone n. 1. delle altre due ſerie , e l' iſteſſa uguaglianza v' era tra i cannoni di ciaſcheduna ſerie ſegnati 2 , 3 ec.

Caricati tutti queſti cannoni con polvere da moſchetto con tal quantità , che occupava in ciaſcheduno d' eſſi la lunghezza d' un diametro , ed era conſequentemente uguale la quantità di polvere nei tre cannoni , che corriſpondevano nel numero , ſi è meſſo leggiermente uno ſtoppaccio di ſtraccio ne' cannoni della prima ſerie , ed in quelli della ſeconda ſi è pure leggiermente meſſo uno ſtoppaccio

uguale al primo , soprapponendo una palla di piombo. Finalmente si è in quelli della terza serie cacciato a viva forza un simile stoppaccio , niuna palla soprapponendo.

Sparati tutti questi cannoni , quelli della terza serie si sono spaccati tutti , più della metà quelli della seconda serie , e nessuno della prima , alcuni de' quali caricati ancora per quattro , o cinque volte nella medesima maniera sono restati saldi , ed intatti.

Sonosi osservati effetti a un di presso simili con tre serie di cannoni di latta , lunghi ciascheduno un quarto di piede , e di diametro d' una palla di piombo pesante $\frac{2}{3}$ d' oncia.

Ora siccome nei cannoni segnati verbigrazia n. 1. delle tre serie altro di vario tra loro non vi era , se non la diversa resistenza verso la bocca allo sfogo del fluido , essendo questa nel primo cannone della seconda serie maggiore , che nel primo della prima , per causa unicamente dell' inerzia della palla , e nel primo cannone della terza serie essendo la resistenza maggiore , che nel primo della prima serie prodotta dal solo maggior fre-

fregamento degli stoppacci; così chiaro è, che per cagione di queste maggiori resistenze più copioso sensibilmente si fa lo sviluppo del fluido dentro i cannoni, e che la resistenza prodotta dal fregamento degli stoppaccioli può accrescersi a segno di superare la resistenza, che dall'inerzia della palla deriva.

Di quant'efficacia esser possa la resistenza prodotta dal fregamento delle materie, che s'oppongono allo sfogo del fluido verso la bocca, ne abbiamo uno sperimento molto familiare presso i Minatori, i quali fanno certi buchi ne' gran sassi per romperli. Dopo aver fatto il buco profondo un mezzo piede, o due terzi empiono la metà in circa della profondità con polvere, ed il rimanente con terra fortemente compressa sino al principio del buco, indi appicciano fuoco alla polvere con un focone attraversante la terra compressa, ed è tale il fregamento, e l'adesione di questa terra contro le pareti interne del buco, che, resistendo allo sfogo della polvere da quella parte, il sasso in più parti si spezza.

144. Ne' precedenti sperimenti (§. 143.) ci siamo serviti della resistenza de' cannoni

ni per provare, che l'elasticità del fluido, che si sviluppa dalla polvere nelle armi, è maggiore a misura, che questo trova maggiore ostacolo nello sfogarsi verso la bocca del pezzo. Bisogna ora confermare la stessa cosa per mezzo della velocità diversa, con cui sono cacciate le palle dalle armi da fuoco.

FIGURA
XI.

Si prendano tre canne da pistola d'uguale lunghezza, dimodochè due di queste abbiano secondo il solito l'anima cilindrica per tutta la lunghezza della canna, e nella terza canna il sito AB , ove porre si dee la polvere, e la palla, sia pure di figura cilindrica, e d'uguale diametro alle altre due, ma da B in C sia l'anima cilindrica d'un diametro alquanto minore, onde la palla di piombo P debba mutare alcun poco figura per introdurvisi, e scorrere per la parte BC .

Per caricare questa canna si leva la vite AF , e colla bocca all'ingiù, posta prima la palla P , si mette di poi la polvere, che giunger deve in A , ed essere in tal quantità, che tutta s'accenda; dopo del che rimessa la vite farà caricata la canna, che indicheremo col n.º 3. Le altre due si caricheranno colla medesima

figura

fima quantità , e qualità di polvere , e colla palla del medesimo diametro , e peso, ponendo in una di queste canne leggiermente lo stoppacciolo tanto da ritenere la polvere nel suo sito , e indicheremo questa canna col n.° 1 . Finalmente nell'altra canna , che additeremo col n.° 2 , si metterà uno stoppacciolo , che entri con grande stento , il quale dee essere spinto , finchè tocchi la polvere , senza però ricalcarlo , acciocchè la polvere non sia compressa , ed occupi sito uguale in tutte tre le canne .

Si sparino queste tre canne contro un bersaglio omogeneo , e penetrabile , e si troverà , che l'immersione della palla n.° 2. nel bersaglio è più profonda dell'immersione della palla n.° 1. , e che l'immersione della palla n.° 3. supera notabilmente quella del n.° 2. ; anzichè l'immersione della palla n.° 3. uguaglia quella d'una canna due , o tre volte più lunga , caricata nel medesimo modo , che è caricata la canna n.° 1.

145. Provato adunque , che le addotte diversità nella resistenza allo sfogo verso la bocca della polvere accesa entro un' arma (§. 143. 144.) producono una

notabilissima variazione nello sviluppo del fluido, il che con molti altri sperimenti può confermarfi, esamineremo ora queste modificazioni; il qual esame più facile ci riescirà, considerando la polvere nelle seguenti determinate circostanze:

1.^o Che la carica sia radunata al fondo dell'anima cilindrica sempre nella medesima maniera; che l'arma sia sempre sparata nella stessa direzione; e che la resistenza allo sfogo della carica accesa verso la bocca espressa sia dalla gravità di un corpo di figura cilindrica esattamente adattato nell'anima in guisa tale, che la resistenza variare si possa per mezzo della diversa lunghezza del corpo medesimo:

2.^o Che questa carica sia tale, che tutti i granelli s'accendano bensì nel loro sito, primachè il corpo resistente principj a moverfi, ma che non sieno ancora in tal punto consumti: la qual cosa è facile il provare con molte sperienze avvenire sensibilmente nelle cariche moderate nelle armi da fuoco, quando il fluido incontra una sufficiente resistenza allo sfogo verso la bocca.

Premesse queste cose abbiati nel cilindro $BACD$ chiuso in AC una quantità di polvere accesa nel sito AE , e sia R il corpo resistente contiguo alla polvere in E . Se la polvere fosse tutta nel suo fluido elastico convertita, primachè R principj sensibilmente a moverfi, e il calore prodotto dall' intero abbruciamento si conservasse sempre nel fluido al grado medesimo, mentre percorre la lunghezza dell' anima EB , la pressione del fluido elastico nel sito AE sarebbe la maggiore, che dar si possa con tale qualità di polvere. Perciò esprimendo questa pressione per l' altezza EF perpendicolare ad AB , le pressioni del fluido ne' diversi spazj AH , AG , AI ec. saranno espresse dalle perpendicolari HL , GM , IN ec., le quali colla EF saranno rispettivamente in proporzione reciproca delle distanze AE , AH , AG , AI ec., e la linea, che passerà per le estremità F , L , M , N , O , sarà l' ipetbola equilatera fra gli assintoti AB , AW , supposto, che questo fluido non soggiaccia ad altre modificazioni, che a quella della sua dilatazione a misura, che si propaga in una maggiore capacità.

FIGURA
XII.

146. Detto abbiamo , se la polvere fosse tutta nel suo fluido elastico convertita , primachè il corpo resistente cominci sensibilmente a moverfi , e il calore prodotto dall'intero abbruciamento si conservasse sempre nel fluido al medesimo grado : ora questa supposizione quanto alla seconda parte è manifestamente impossibile ; perocchè nellè polveri ben fatte avendosi unicamente dall'intero distruggimento delle materie nitrose , e combustibili tutto il fluido , terminato l'abbruciamento si sminuisce tosto il calore spandendosi d' ogni intorno , e vie più diventa minore a misura , che il fluido scorre lungo l' arma . Ne consegua adunque , che ne' punti H , G , I , K la pressione farà necessariamente minore delle perpendicolari corrispondenti H L , G M , I N , K O , ec.

Quanto poi alla prima parte non può nè meno questa aver luogo , salvo che R sia tale , che equilibri , o superi la maggior pressione del fluido nel sito A E . Ma ove R possa dalla pressione del fluido essere superato , allora , ficcome provato abbiamo essere sempre successivo lo sviluppo del fluido da ciaschedun granello , subito che nella capacità A E se ne farà

farà sviluppata una quantità valevole a superare la resistenza R , principierà questa a moverfi verso B , e la pressione contro ciaschedun punto fisico nella capacità $A C E$ sarà espressa da una retta minore di $E F$; dimodochè sminuendo R sino a far la minore possibile resistenza, farà la pressione del fluido nell'atto, che comincia a muovere R , la più corta di tutte le linee tra F , ed E .

147. La minor resistenza, che alla sua dilatazione incontrare possa il fluido sviluppato da principio nella capacità $A E$, è la colonna d'aria posta nell'anima del pezzo comunicante coll'aria esterna: per la qual cosa denotando $E V$ la pressione del fluido, la quale già comincia a muovere una tale resistenza, farà la pressione nella capacità $A H$ espressa per $H T$ maggiore della quarta proporzionale alle tre rette $A H$, $A E$, $E V$; poichè, mentre il fluido scorre lo spazio $E H$, si sviluppa nuovo fluido da' granelli accesi, ed è conseguentemente più elastico. Lo stesso dicasi della pressione nelle capacità $A G$, $A I$ ec., finchè continua l'abbruciamento de' granelli; e la linea $V T S_2$, che passa per l'estremità delle perpendicolari di-

FIGURA
XII.

dinotanti le pressioni del fluido , farà la scala , che determina il limite minore di queste pressioni .

148. Ma terminato che sia l'abbruciamento de' granelli , le rette , ch' esprimono le pressioni del fluido , mutano subito proporzione .

Pongasi , che quest' abbruciamento termini in I , e sia nella capacità A I la pressione del fluido espressa per I 2 , questa sarà necessariamente minore di I N : perchè I N è , per la nostra supposizione , prodotta non solo da tutto il fluido , ma ancora dal massimo calore , che nascer può dall'abbruciamento di tutte le materie combustibili , in vece , che la retta I 2 , quantunque prodotta sia da tutto il fluido , non è questo riscaldato , che da un abbruciamento particolare , ed ha perciò minore elasticità , e conseguentemente minore ancora è la sua pressione . Quindi è , che la scala V T S 2 di queste pressioni non giungerà mai a toccare l'iperbola F L M-N O , che considerare si può per lo limite maggiore delle pressioni .

Giunto per tanto il fluido in K farà la pressione K Q minore della quarta proporzionale alle tre rette A K , A I , I 2 ,

non

non sviluppandosi più da I in K fluido alcuno, ed una parte disperdendosi del calore; per le quali due ragioni l'elasticità del fluido si diminuisce.

Lo stesso ragionamento si faccia, allorchè il fluido giunge in 3, e negli altri punti successivi. Adunque la scala VTS₂QP delle pressioni avrà un punto di flessione in 2; a tal che la parte 2 Q P s'avvicinerà sempre alla retta A B, finchè la pressione del fluido giunga ad equilibrarsi coll'atmosfera; pel qual equilibrio sarebbe necessaria, avuto riguardo alla carica, un'arma lunghissima, se il fluido non avesse veruno scampo pel focone.

149. Circa la parte V T S₂, venendo da V verso 2, s'allontana certamente sul principio da A B, e da essa può o continuare ad allontanarsi, o divenire ad essa parallela, o finalmente convergente a misura, che variano o la qualità della polvere, od altre circostanze modificanti altrove indicate.

150. Dovendosi necessariamente sviluppare maggiore quantità di fluido nel fito A E, e abbruciare maggior quantità di granelli per vincere una maggior resistenza R (§. 145), maggiore ancora diventa

il calore in questo medesimo sito, e più precipitosamente si distrugge ciaschedun granello. Quindi è, che l'intero abbruciamento delle materie termina in un punto più vicino al sito della carica a misura, che R è maggiore; essendo sempre la vera scala delle pressioni XYZ compresa fra i due mentovati limiti (§. 147, 148, 149.) senza mai toccargli, finchè sia terminato l'abbruciamento. Quale però sia la proporzione, con cui questo aumento di calore precipita l'abbruciamento lungo dell'anima, non si può assegnare, se non in casi particolari, attese le tante circostanze modificanti, che vi concorrono, alcune delle quali non è in man nostra, per quanto accennato si è nella *Prima parte*, il fissare.

151. Siccome la pressione del fluido nel sito AE , allorchè R può essere superato da questa, è diversa a misura, che R varia, così nulla montando, che il fluido in questo caso si sviluppi più, o meno precipitosamente, se R rimarrà costante, la pressione, che comincerà a farlo muovere, farà sempre la medesima, qualunque sia la qualità, e quantità di polvere nella carica, che tutta s'accende nel sito accennato.

152. Ma riguardo alle altre pressioni nella capacità A H , A G , A I , ec. saranno queste modificate non solo dalla diversa quantità del fluido sviluppato nel sito A E , ma ancora dalla qualità , e quantità della polvere adoperata , e dalla grossezza de' granelli . Pongasi , che colla carica A E si sia avuta la scala delle pressioni X Y Z , si raccorci il sito A E , e diventi K E pieno della medesima qualità di polvere radunata , come nella carica A E , s'avrà colla medesima resistenza R la stessa pressione E X (§. 151.) ; ma nelle capacità K H , K G saranno le pressioni H L , G M minori di H Y , G Z . La medesima pressione E X nelle due cariche deriva dall'ugualmente elastico fluido sviluppatosi nelle due capacità A E , K E ; onde, se più non si sviluppasse il fluido da E in H , e supposto $E H = A E$, $K E = \frac{A E}{2}$

sarebbe la pressione della carica A E nella capacità A H alla pressione della carica K E nella capacità K H (posta l'elasticità nella proporzione della densità) , come $\frac{1}{2} : \frac{1}{3} :: 3 : 2$; ma da E in H nuovo fluido si sviluppa in amendue le

FIGURA
XIII.

cariche ; ed in quantità maggiore nella carica maggiore , maggiore essendo in essa il numero de' granelli accesi , così la pressione della minor carica nella capacità $K H$ farà molto minore relativamente a quella della maggior carica nella capacità $A H$. Lo stesso dicasi confrontando le due pressioni $G Z$, $G M$.

Per lo contrario , se il sito $A E$ fosse allungato sino in P , e fosse $E P$ pieno della medesima qualità di polvere radunata come prima , farà colla stessa resistenza R la pressione nella capacità $P E$ la medesima $E X$ (§. 151.) ; ma nelle capacità $P H$, $P G$ faranno le pressioni con questa maggior carica espresse per $H N$, $G O$, maggiori rispettivamente delle $H Y$, $G Z$.

153. Che se , tenendo fissa la quantità $A E$ di polvere , e la medesima resistenza R , se ne mutasse la qualità , in tal caso , se la scala delle pressioni nella prima polvere è $X Y Z$, quella della seconda polvere avrà pure il suo principio in X (§. 151.) ; ma il rimanente della scala passerà al di sopra , o al di sotto di $X Y Z$ a misura , che questa seconda polvere s'abbrucerà con maggiore , o mi-

nore

nore prestezza; e più, o meno copioso farà il fluido sviluppato nello stesso tempo.

154. Mediante le cose dette si può ricavare la diversità, che corre tra le due scale delle pressioni del fluido elastico dentro due pezzi di diverso calibro caricati colla medesima sorta di polvere, e colla proporzione medesima delle palle corrispondenti.

Abbianfi le due anime cilindriche **BACD**, **DHPM** col diametro $DM > DB$, e sia $DM = D$, e $DB = d$, faranno le resistenze prodotte dalle palle poste in **N** contigue alle cariche, come $D^2 : d^2$, ed in questa medesima proporzione le cariche **HN**, **CN**. Ciò posto le altezze, le quali esprimono le pressioni **NV**, **NX** valevoli a far muovere le palle, faranno come $D : d$, cioè in proporzione dei diametri delle palle. Per provarlo basta riflettere, che il numero dei punti fisici nella superficie delle palle, contro le quali preme il fluido elastico, è in proporzione duplicata dei diametri, cioè come $D^2 : d^2$, e quindi nello stato dell'equilibrio sarà $NV \times D^2 = D^3$, ed $NX \times d^2 = d^3$, e però $NV : D :: NX : d$, e permutan-

FIGURA
XIV.

do $N V : N X = D : d$; ma la proporzione delle altre ordinate $L I$, $L Y$ farà maggiore di $N V : N X$, poichè, se nelle capacità $H P N$, $A C N$ fosse ugualmente elastico il fluido, e nello scorrere lo spazio $N L$ l'altro fluido, che si sviluppa dai granelli accesi, fosse proporzionale alle cariche, maggiore sarebbe la pressione nella capacità $H P L$ di quella nella capacità $A C L$; perchè il fluido in $H P L$ sarebbe chiuso in una capacità relativamente minore, vale a dire, che farebbe più denso. Ma la pressione del fluido nella capacità $H P N$ è già maggiore della pressione nella capacità $A C N$, essendo in proporzione di $N V : N X$; adunque per causa di questa maggior pressione, e conseguentemente del fuoco anche più intenso, più precipitosamente si svilupperà il fluido da ciaschedun granello nel gran cilindro, mentre scorre lo spazio $N L$, e farà nel punto L del gran cilindro la pressione nel primo caso molto maggiore della pressione nel medesimo punto del picciol cilindro, e conseguentemente la proporzione di $L I : L Y$ farà maggiore di $N V : N X$.

Lo stesso dicasi delle pressioni dei due cilindri nel punto D. Quindi è, che nei pezzi di gran calibro nelle anzidette circostanze l'abbruciamento dei granelli termina più vicino al sito della carica.

155. Dal fin qui detto è manifesto, che essendo alla pressione E X nello stato dell'equilibrio uguale la resistenza del corpo R, questa si potrà esprimere colla medesima E X, e sarà proporzionale all'altezza del cilindro resistente dentro il medesimo pezzo, o al diametro delle palle dentro due pezzi di diverso calibro. Lo stesso dire si dee, qualora s'adopreranno stoppacci di grossezza proporzionale al calibro de' pezzi senza calcargli, e comprimergli, e la linea X F Z sarà la scala delle pressioni sensibilmente divergente in principio. Ma se fortemente si comprimeranno gli stoppacci, accrescendosi per mezzo del fregamento la resistenza, succederà, che la scala delle pressioni diventerà la K H Y; in cui la prima pressione E K supererà tanto più l'altra E X, quanto il fregamento degli stoppacci supererà l'inerzia e di questi, e della palla; e tutta la scala K H Y si troverà più distante dall'

FIGURA XV.

dall' asse $E G$, di ciò lo sia la linea $X F Z$: e quantunque la scala $K H Y$ possa riuscire sul principio divergente dall' $E G$ affai più dell' altra, essa diventa ben presto convergente; onde la sua massima ordinata si trova affai più vicina al punto E , di ciò lo sia l'ordinata massima della scala $X F Z$.

Troppo lunga sarebbe la descrizione de' diversi sperimenti, che confermar possono le cose dette dal §. 150. fino a questo. Io spero non di meno, che, riflettendosi alcun poco a quanto abbiam dimostrato, si conoscerà vie più il fondamento di questi ragionamenti: oltrechè sarà facile, mediante le cose, che a dirci rimangono, il ricavare maniere semplici, e pratiche per comprovare tutte queste verità.

156. Chi non vede per tanto, che dovendo stare le pareti d' un'anima cilindrica, dentro la quale s'abbrucia una quantità di polvere, in equilibrio colla pressione del fluido elastico, hanno da avere nei diversi punti della lunghezza una spessezza corrispondente alle ordinate della scala delle pressioni? (*Inst. Fis. mecc.*)

Que-

Questa scala, comunque vari, a quattro casi riducesi:

1.° Può essere la scala delle pressioni parallela all' anima cilindrica, ed uguale esser dee in questo caso la spessezza dell' arma in tutta la sua lunghezza.

2.° Può la scala da E venendo verso G allontanarsi dall' asse AEG, e bisogna in questo caso, che le pareti dell' arma sieno pure ugualmente spesse in tutta la lunghezza, dovendo questa spessezza stare in equilibrio colla maggior ordinata della scala. Lo stesso dicasi, se questa, dopo essersi allontanata, si stende poi parallelamente all' anima cilindrica.

3.° Può la scala delle pressioni dal punto E allontanarsi dal cilindro fino ad un certo segno, e di poi avvicinarsi di nuovo. In questo caso la spessezza esser dee uguale fino a quel punto, ed in equilibrio colla maggior ordinata, indi sminuire proporzionatamente alle corrispondenti ordinate.

4.° Può finalmente la scala dal punto E avvicinarsi sempre al cilindro, ed in tal caso dee anche sminuire la spessezza dalla culatta venendo verso la bocca.

157. Dalle spessezze d' un' arma in tal guisa proporzionata: si può per altro solamente dedurre l' intera scala delle pressioni nel quarto caso dell' antecedente paragrafo, ed una parte della scala nel terzo caso, allorchè questa principia ad avvicinarsi all' asse dell' arma: negli altri casi non si ha dalla spessezza dell' arma se non la maggiore pressione del fluido.

158. Costa dalla sperienza, che, adoperandosi polvere da giuoco, da caccia, e da guerra nelle canne da schioppo, se fortemente si ricalcano gli stoppacci, la scala delle pressioni si può considerate praticamente secondo il quarto caso; e si trova questa sensibilmente nel terzo caso, se i medesimi stoppacci si ricalcheranno di meno, scostandosi la massima ordinata di questa scala maggiormente dal sito E della palla a misura, che gli stoppacci sono meno ricalcati, o compressi. La norma per fare queste sperienze si vedrà nel capo seguente, e servirà per determinare anche la scala delle pressioni nelle armi di qualsivoglia calibro.

CAPO QUARTO.

Della velocità iniziale dei proietti, e della legge, con cui questi sono stimolati al movimento entro le armi da fuoco, che hanno l'anima cilindrica.

159. **T**Re sono le maniere di determinare la velocità iniziale dei proietti dalle Artiglierie. Consiste la prima maniera nel dedurre la velocità iniziale dalla cognizione della trattoria. Nella seconda maniera si misura per mezzo di qualche macchina questa velocità vicino alla bocca del pezzo: e si può usare la terza maniera, ogni volta che le spessezze d' un' arma sono proporzionali alle pressioni del fluido in tutta la lunghezza dell' anima.

Della prima maniera si tratta bastantemente nelle *Instituzioni Fifiche meccaniche*, e qualche cosa se ne dirà parimente nel capo seguente; onde ci ridurremo in questo capo a parlar della seconda, e terza maniera.

160. Benjamin Robins Ingegnere Inglese è il primo, che io sappia, che ha pensato di misurare vicino alla bocca dell' arma la velocità iniziale delle palle di picciol calibro per mezzo di una macchina.

Consiste la sua maniera nel dirigere i tiri contro un pendolo mobilissimo nel suo asse di sospensione; dimodochè penetrando la palla nel pendolo, questo descriva un arco a cagione dell' urto.

Dalla corda di quest' arco misurata esattamente, dal peso della palla, e del pendolo, dal suo centro di gravità, e d' oscillazione, e dalla distanza dall' asse del movimento al punto di percussione si viene a conoscere la velocità assoluta, con cui la palla ha urtato nel pendolo.

Volendosi servire di un tal pendolo CE per le palle da schioppo, e da spingarda, fare si dee di ferro col suo asse di sospensione AB lungo un piede in circa, e ad angoli retti col pendolo CE. S' attacca per mezzo d' alcune viti fortemente nella parte DE in quadratura di $\frac{1}{4}$ in circa d' un piede un pezzo di legno sufficientemente grosso, affinchè le palle, che

che in questo penetrano, non arrivino ad incontrare per di dietro il ferro.

Per adoprare questo pendolo, ove più aggrada, si appicca ad un cavalletto, o ad una capra fatta a posta, e un poco al di sotto si colloca un pezzo di legno GKH incavato circolarmente; di modo che questa circonferenza sia descritta dal centro C con un raggio alquanto maggiore di CE , e sia nel piano delle vibrazioni del pendolo; onde, attaccando in E un pennello F , possa questo nella circonferenza GKH leggermente coperta con polveruzza segnare l'arco descritto dal pendolo nella sua prima vibrazione.

FIGURA
XVII.

L'Autore in vece del legno incavato adoperava un nastro attaccato in E , il quale scorreva nell'andare del pendolo in mezzo a due piastrette fisse in un legno messo a traverso alle gambe della capra, e misurava la grandezza dell'arco descritto per mezzo della lunghezza del nastro scorso fra le piastrette.

161. Se in questo strumento collocato, come si è detto, abbiamo cognito il peso di P di tutto il pendolo, cognita la distanza dal punto C nell'asse di sospensione al centro L di gravità, cioè

CL

$CL = a$; cognita la distanza dal punto C al centro M d'oscillazione, cioè $CM = d$; cognita la lunghezza $CF = b =$ al raggio, col quale è descritto l'arco GKH nel pezzo di legno; cognito il peso della palla $= q$; e finalmente cognita la corda dell'arco descritto dalla prima vibrazione del pendolo $= c$ misurata nel pezzo di legno GKH , noto ci si farà con queste cose cognite il movimento comunicato al pendolo, ed in conseguenza nota si farà la velocità, che aveva la palla nello istante, che ha principiato a penetrare nel pendolo.

Trovansi le distanze CL , CM secondo le cose, che si hanno nelle *Istituzioni Fisiche meccaniche*, nelle quali pure si vede, che il momento d'inerzia d'un corpo, il quale si muove intorno ad un asse, è uguale al prodotto del suo peso nella distanza dal centro di gravità dall'asse, e nella distanza dal centro d'oscillazione dal medesimo asse; e che la quantità del suo movimento s'esprime col prodotto del momento dell'inerzia nella velocità del pendolo, la quale è uguale alla radice quadrata del seno verso dell'arco descritto dal centro d'oscillazione.

Pre-

Premesse queste cose urti in primo luogo la palla nel centro d'oscillazione M. Per trovare la velocità di questo punto facciasi $b : c :: d : \frac{c d}{b}$, ch'è la corda dell'arco descritto da questo punto, il seno verso del quale $= \frac{c^2 d}{2 b^2}$, e la velocità uniforme di questo punto per un minuto secondo sarà $\sqrt{\frac{38 c^2 d}{2 b^2}} = \frac{c}{b} \sqrt{19 d}$ (*Instit.*

Fisic. mec.), la quale moltiplicata pel momento d'inerzia del pendolo, e della palla, poichè questa non rimbalza, cioè per $P a d + q d^2$, darà $\frac{c}{b} \times \sqrt{P a d + q d^2} \times \sqrt{19 d}$ per la quantità di movimento.

Sia in oltre la velocità uniforme, con cui la palla giunge a toccare il pendolo espressa per u . Siccome dal punto, in cui questa penetra nel pendolo, ne segue ancora la direzione del movimento; così sarà $u q d^2$ la sua quantità di moto; onde sarà nello stato dell'equilibrio

$$u q d^2 = \frac{c}{b} \times \sqrt{P a d + q d^2} \sqrt{19 d}, \text{ e } u =$$

$$\frac{c \times \sqrt{P a d + q d^2} \sqrt{19 d}}{b q d}$$

Sarà la velocità ricer-

FIGURA
XVIII.

162. Urti in secondo luogo la palla in un punto D fuori del centro d'oscillazione, e dicasi $= f$ la distanza perpendicolare dal punto D all'asse di sospensione, esprimendo per x la velocità uniforme di questo punto, farà $x \times \overline{P a d + q f^2}$ la quantità di movimento nel punto D; e se nell'istante, in cui la palla principia a penetrare nel pendolo, la sua velocità farà u , farà $u q f^2$ la sua quantità di moto. Dunque s'avrà quest'equazione

$$x \times \overline{P a d + q f^2} = u q f^2, \text{ e } x = \frac{u q f^2}{\overline{P a d + q f^2}}.$$

Ora siccome qualunque pendolo riceve tanto movimento, quanto ne riceverebbe, se la materia fosse tutta radunata nel centro d'oscillazione, il qual centro, quando la palla penetra fuori d'esso, varia, esprimendosi la sua distanza dall'asse di sospensione col momento d'inerzia $\overline{P a d + q f^2}$ diviso per $\overline{P a + q f}$; così, se farà in G il nuovo centro d'oscillazione, farà la distanza $CG = \frac{\overline{P a d + q f^2}}{\overline{P a + q f}}$.

Ma i raggi CD, CG sono nella proporzione medesima delle velocità dei punti D, G, poichè descrivono gli archi DO, GH nel medesimo tempo; adunque farà

CD:

$$CD : CG = f : \frac{P a d + q f^2}{P a + q f}, \text{ come la}$$

$$\text{velocità del punto D} = x = \frac{u q f^2}{P a d + q f^2}$$

$$\text{sta alla velocità del punto G} = \frac{u q f}{P a + q f}$$

$= \sqrt{38 GI}$, esprimendo GI il seno verso dell' arco GH.

Per trovare la velocità u , con cui la palla urta nel pendolo, basta cercare un altro valore di $\sqrt{38 GI}$. Siccome è cognita la corda $= c$ dell' arco segnato dal pendolo col pennello nel legno incavato, e che è pure cognito il raggio $CF = b$, farà il seno verso di quest' arco $= \frac{c^2}{2b}$, e conseguentemente farà il

raggio CG al suo seno verso, come il raggio CG al suo seno verso GI, cioè

$$b : \frac{c^2}{2b} = \frac{P a d + q f^2}{P a + q f} : \frac{c^2}{2b} \times \frac{P a d + q f^2}{P a + q f},$$

e quindi farà la velocità uniforme del punto G espressa per $\sqrt{\frac{38c^2}{2b^2} \times \frac{P a d + q f^2}{P a + q f}}$,

e confrontando le due espressioni di questa velocità, farà $\frac{u q f}{P a + q f} = \frac{c}{b} \sqrt{19 \times \frac{P a d + q f^2}{P a + q f}}$,

ed

$$\text{ed } u = c \sqrt{\frac{19 \times P a d + q f^2 \times P a + q f}{b q f}}$$

la velocità ricercata.

163. D' uopo è qui osservare

1.° Che il peso del pendolo , e la sua lunghezza debbono esser tali , che nell' urto della palla la sua vibrazione non oltrepassi l' arco di quattro , o cinque gradi.

2.° Che , siccome a misura , che le palle penetrate rimangono nel pendolo , s' accresce il peso di questo , e si mutano il centro di gravità , e quello d' oscillazione , così bisogna dopo ciascun tiro mutare , e correggere i valori di P , a , d .

164. La macchina rappresentata nella *Figura 19* è stata ideata dal Sig. Mattej Regio Macchinista per trovare facilmente la velocità iniziale delle palle vicino alla bocca dell' arma. Consiste principalmente questa macchina in una ruota orizzontale AB , la quale , fermata nella parte superiore C con un asse verticale CD , si fa girare per mezzo di pesi , e di contrapesi Q attaccati alla corda GG , che si rialzano di continuo col manico N ; o si fa girare in quell' altra maniera , che più piace , purchè il suo movimento sia rapido ,

pido , uniforme , e senza interrompimenti ,
 e ribalzi. Tutto d' intorno alla ruota AB
 s' attacca una fascia di carta da scrivere
 alta , come AE , BF in circa $\frac{2}{3}$ di pie-
 de. La canna M , che si vuole sparare ,
 dee essere saldamente rattenuta in qual-
 che sito immobile alla distanza MH di
 piedi 10 in 12 , e la sua direzione M
 R esser tale , che la palla nel traforare
 la carta nei punti H , K scorra la lun-
 ghezza HK uguale al diametro AB della
 ruota. Finalmente alla distanza KR di
 due , o tre piedi dalla ruota si mette un
 bersaglio immobile R di legno d' olmo ,
 affinchè nel penetrare in esso le palle fac-
 ciano un buco regolare.

Per servirsi di questa macchina è
 necessario conoscere , quando la ruota A
 B posta in giro è ridotta al suo moto
 equabile , e quale sia il tempo , che la
 medesima impiega in ciaschedun giro.
 Una tale notizia si può avere adoperan-
 do diversi ripieghi. Nella nostra macchi-
 na ci siamo serviti del seguente. All' asse
 CD s' è adattata eccentricamente una fo-
 tella IL , la quale in ciaschedun suo giro
 fa ondeggiare orizzontalmente una lin-
 guetta di legno. Al di sopra , e verso
 l' estre-

l'estremità di tal linguetta evvi un pendolo semplice, il quale si fa lungo, o corto, finchè il suo ciondolare diventa contemporaneo all'ondeggiare della linguetta.

Egli è chiaro per le cose dette, che la lunghezza di questo pendolo serve a conoscere il tempo, che la ruota impiega in ciaschedun giro. Tosto che s'osserva l'isocronismo tra il pendolo, e la linguetta, si spara la canna, e, fatto indi cessare il movimento della ruota, si vedono i due buchi fatti nella carta dalla palla, uno nel suo ingresso, e l'altro nell'uscita, affai bene fra loro distinti da una specie di rifalto, che fa la carta dalla banda, ov'è uscita la palla. Si tira indi un filo nella direzione MR, e adattato il centro del buco H dell'ingresso nella direzione del filo suddetto, si conosce con tal'operazione, quanto il buco K dell'uscita sia distante dalla detta direzione MR. Tale distanza esprime lo spazio scorso da un punto della ruota nel tempo, che la palla ha scorso il diametro AB della ruota medesima.

165. Ben inteso il principale meccanismo, e l'uso della macchina, riesce facile.

cile il trovare la velocità uniforme, con cui la palla scorre il diametro AB della ruota, e conseguentemente la sua velocità uniforme per un minuto secondo. Si chiami D il diametro della ruota, C la sua circonferenza, t il tempo, che la ruota impiega in ciaschedun giro, m lo spazio scorso da un punto della circonferenza della ruota, mentre la palla ne scorre tutto il diametro; farà $m : D = C : \frac{CD}{m}$ lo spazio, che la palla scorre uniformemente nel tempo, che la ruota fa un giro; e però volendo lo spazio scorso uniformemente dalla palla in un minuto secondo, o sia la velocità iniziale $= u$ della palla, farà $t : 1 = \frac{CD}{m} : \frac{CD}{tm} = u$ la velocità ricercata.

Nella nostra macchina, allorchè è ridotta al suo moto equabile, si ha $t = \frac{3}{5}$ di minuto secondo, $D = 6$ piedi, e quindi $C = \frac{22 \times 6}{7}$: onde, sostituendo questi numeri costanti nell'espressione della velocità, si ha $\frac{CD}{tm} = \frac{3960}{21m} = u$; e però,

rò, se il valore di m s' esprimerà in rotto di piedi, s' avrà la velocità u in piedi. Per esempio essendo risultato in una speriienza $m = \frac{1}{4}$ di piede, sarà $\frac{3960}{21m} = \frac{3960}{21 \times \frac{1}{4}} = \text{piedi } 754 \frac{6}{21} = u$.

166. Col mezzo della descritta macchina si sono fatte le seguenti speriienze, nel risultamento delle quali si ha la soluzione di molti problemi importantissimi per l' Artiglieria teorica pratica. Le armi, che furono adoperate in queste speriienze, sono

1.° Una canna da spingarda di calibro d' once $2 \frac{1}{2}$, che al diametro di punti 6 : 10 corrisponde, lunga nell' anima piedi 3 : 4 : 3. Le sue palle di piombo pesavano denari 59 : 20 in denari 60 : 4 ; e il loro diametro era di punti 6 : 8 .

2.° Un' altra spingarda coll' anima lunga piedi 3 : 5 : 8. di calibro d' once $3 \frac{1}{2}$, che al diametro di punti 7 : 6 corrisponde. Le sue palle di piombo pesavano denari 82. $\frac{1}{2}$ in 83 ; ed erano del diametro di punti 7 : 5 in circa.

3.° Una canna rigata internamente in linea spirale, lunga nell' anima piedi

1 : 11. $\frac{1}{2}$, di calibro di $\frac{1}{4}$, e $\frac{2}{3}$. Le palle di piombo erano del calibro, e peso di $\frac{4}{9}$, e per conseguenza era necessario l'introdurle a forza dentro la canna.

4.° Diverse canne da schioppo di differenti lunghezze, ciascheduna delle quali era del calibro d'un' officia, che al diametro di punti 5 corrisponde. Le palle di piombo pesavano denari 23 : 8 in 23 : 10, e il loro diametro era di punti 4 : 10.

Le polveri adoperate in queste sperienze sono delle qualità descritte (§. 40.).

Lo stoppaccio per la canna da spingarda era $\frac{1}{2}$ di foglio di carta da noi detta protocollo, lacerato in più siti, affinchè nell'uscire dalla canna non urtasse la fascia di carta attaccata tutto d'intorno alla ruota della macchina. Lo stoppaccio poi per le canne da schioppo, e per la canna rigata era $\frac{1}{2}$ foglio di detta carta aggiustato, come si è detto per le canne da spingarda. Tutti gli stoppaccioli si ponevano al loro sito senza batterli, ma si comprimevano col peso di un uomo medesimo.

Per ultimo in queste sperienze s'è avuto riguardo all'umidità dell'atmosfera ;

ra; giacchè dal diverso stato di questa ne nascono effetti sensibilmente diversi (§. 137.).

167. Ecco le sperienze fatte in tre stati diversi dell' atmosfera per riguardo all' umidità, dalle quali risultano le velocità iniziali, che si sono osservate nella canna da schioppo, lunga nell' anima piedi 2 : 1 : 7 :

VELOCITÀ OSSERVATE.

<i>Polvere per la carica in peso di denari 9.</i>	<i>In tempo molto umido.</i>	<i>Nello stato mezzano dell' atmosfera.</i>	<i>In tempo molto secco.</i>
---	------------------------------	---	------------------------------

		P I E D I		
Da guerra	Ordinaria -	826.	915.	960.
	Fina -	931.	1030.	1085.
Da caccia	-	929.	1010.	1058.
Da giuoco	-	929.	1012.	1055.

Oltre l' avere osservato gli areometri, allorchè si facevano le sperienze, si è notato ancora, che nel tempo molto umido cinque minuti dopo lo sparo l' interno della canna era umido assai, perchè
il

il nitro fesso cadeva, come dicesi, in deliquio; onde la stoppa, con cui nettavasi la canna, veniva fuori imbrattata di molt' immondezza; in vece, che nel tempo molto secco dopo molti minuti non si scorgeva verun segno d' umidità entro la canna, e la stoppa usciva appena segnata di qualche leggiera immondezza.

Considerando l'esito di queste esperienze si scorge

1.° Che le velocità in tempo molto secco eccedono di $\frac{2}{3}$ in circa quelle, che si sono osservate, allora quando l'atmosfera era molto carica di vapori.

2.° Che la polvere da guerra di grano fino è la combinazione più vantaggiosa, che far si possa del salnitro, solfo, e carbone, allorchè la polvere s'abbrucia negli schioppi.

Importa quì aggiungere, che le velocità prodotte dalla stessa qualità di polvere in tempo molto umido riuscivano quasi sempre fra loro uguali; che nello stato mezzano dell'atmosfera gli svarj maggiori fra le medesime velocità ascendevano ad uno, e mezzo per cento; e che nel tempo molto secco sono andati fino al quattro per cento.

168. Dalle seguenti sperienze fatte con canne di differente lunghezza, e calibro in uno stato mezzano dell'atmosfera per riguardo ai vapori in essa contenuti, risulta pure, che la polvere fina da guerra è la più forte.

	<u>Polveri per la carica</u>	<u>Velocità iniziali</u>
Canna da schioppo di lunghezza nell'anima piedi 1:1:5.	Polvere fina da guerra denari 9. piedi	825
	Da caccia 9.	811
	Da giuoco 9.	814
Canna rigata.	Fina da guer. 9.	1160
	Da caccia 9.	1138
	Da giuoco 9.	1147
Canna da spingarda del calibro di once 2. $\frac{1}{2}$	Fina da guer. 22. $\frac{1}{2}$	1160
	Da caccia 22. $\frac{1}{2}$	1143
	Da giuoco 22. $\frac{1}{2}$	1140
Canna da schioppo lunga nell'anima piedi 2:1:7.	Fina da guer. 9.	1030

La medesima conseguenza deducesi ancora dalle seguenti sperienze fatte dal Maggiore Ronzini in Agosto del 1761 con un mortaietto esattamente costrutto, il quale elevato a gradi 45 cacciava una palla di ferro pesante libbre 33 : 4, ed era fermato ad un piano di ferro di libbre 750. La sua camera contiene un' oncia di polvere, e gli spari si sono fatti appunto colla carica di un' oncia senza soprapporre alla polvere veruno stoppaccio, affine di avere più che fosse possibile uguali tutte le circostanze in ciascheduno sparo. Colle divise cautele si sono osservate le seguenti lunghezze de' tiri.

*Polveri**Lunghezze de' tiri.*

<i>Polveri</i>	<i>Lunghezze de' tiri.</i>
Da moschetto	Piedi 444.
Fina da Guerra	531.
Da Caccia	524.
Da Giuoco	528.

169. Per determinare in due casi particolari quanto la diversità e nel peso delle palle, e nello spazio, che resta tra le pareti dell' arma, e la superficie delle palle

palle, da noi chiamato *vento*, contribuifca ad alterare la loro velocità, fi sono adoperate nella fpingarda del calibro di once $3 \frac{1}{2}$ tre differenti forte di palle, e due nello fchioppo lungo nell' anima piedi 2 : 1 : 7.

Le palle da fpingarda della prima forte erano del calibro di once $3 \frac{1}{2}$, o fia del diametro di punti 7 : 5. in circa, e pefavano denari $82 \frac{1}{2}$ in 83. Quelle della feconda forte erano del calibro di once 3 abbondanti; di modo che il loro diametro era di punti 7 : 1, e pefavano denari 70 in 71. E finalmente quella della terza forte avevano il diametro di punti 7 : 5, come quelle della prima forte, ma pefavano folamente denari 70 in 71, come le palle della feconda forte, poichè nel farle fi è pofta internamente una pietruzza in ciafcheduna.

Le palle adoperate nello fchioppo fono per la prima forte quelle del calibro di un' oncia defcritte (§. 166. n. 4.), e per la feconda forte quelle del calibro, e pefo di $\frac{6}{8}$ della carabina rigata (§. 166. n. 3). Per averne poi una terza forte fi fono le palle da carabina avvolte in carta nella fteffa guifa, che lo fono nelle

cariche della Fanteria ; onde discendano da se liberamente fino al fondo della canna , allorchè questa è netta .

Essendosi per tanto negli spari adoperata polvere fina da guerra in peso di denari 30 in ciaschedun tiro di spingarda , e di denari 9. ne' tiri di schioppo , si sono osservate le seguenti velocità iniziali nello stato mezzano dell' atmosfera per riguardo ai vapori.

	<u>Palle</u>	<u>Velocità iniziali.</u>
Spingarda.	1. ^a sorta	piedi 1050.
	2. ^a sorta	• • 1100.
	3. sorta	• • 1227.
Schioppo.	1. ^a sorta	• • 1030.
	2. ^a sorta	• • 1088.
	3. sorta	• • 1106.

Si scorge adunque come in questi due casi le palle della seconda sorta acquistano una velocità maggiore di quella della prima sorta , non ostante lo sfogo più copioso del fluido , che si fa pel vento delle palle

palle della seconda sorta; e come l'aver impedito lo sfogo al fluido, e data maggior leggerezza alla palla, come si è fatto nelle palle della terza sorta, sia riuscita la combinazione più vantaggiosa per produrre maggior velocità iniziale.

170. Nelle seguenti sperienze si hanno le velocità iniziali prodotte da differenti cariche di polvere fina da guerra abbruciata in tempo, che la quantità dei vapori nell'atmosfera era in uno stato mezzano.

	<i>Polvere fina da guerra per la carica.</i>	<i>Velocità iniziali</i>
	<u>Denari</u>	<u>Piedi</u>
Canna da schioppo lunga nell'anima piedi 2 : 1 : 7	6	830
	9	1030
	12	1177
Canna da spingarda del calibro di once 2. $\frac{1}{2}$	15	892
	22 $\frac{1}{2}$	1120
	30	1222

Importa quì il far osservare, che, se le cariche di fazione per gli schioppi non

non s' usano maggiori di 9. denari ,
 ciò si fa non già , perchè s' abbia con
 questa carica un tiro uguale , o maggio-
 re di quello , che si ha con una carica
 più abbondante , ma bensì per non ris-
 caldare così subitamente gli schioppi , i
 quali , quando sono sparati precipitosa-
 mente con cariche abbondanti , dopo po-
 chi colpi non si possono più maneggiare
 pel troppo calore .

S' osservi in secondo luogo , che ,
 sebbene queste sperienze , e quelle de' §. 168.
 169. colle canne da schioppo sieno state
 fatte nello stato mezzano dell' atmosfera,
 nulla di meno , trovandosi la velocità della
 canna da schioppo lungo piedi 2 : 1 : 7.
 registrata e in queste , e nelle sperienze
 del §. 167. ; farà facile per mezzo dell'
 analogia il conoscere la velocità delle altre
 canne nel tempo molto umido , e molto
 secco .

Per esempio , se si cerca la veloci-
 tà iniziale della palla da spingarda con
 30 denari di polvere fina da guerra in
 tempo molto secco ; siccome la velocità
 di questa canna nello stato mezzano dell'
 atmosfera è di piedi 1222. , e che le ve-
 locità della canna dello schioppo accen-
 nato

nato nello stato mezzano, ed in tempo molto secco sono piedi 1030, 1085, così istituendo l'analogia s'avrà

$$1030:1085=1222:\frac{1222 \times 1085}{1030}=1287,$$

piedi per la ricercata velocità.

171. Giacchè la data maniera di trovare le velocità iniziali serve per le arme di qualsivoglia lunghezza, perciò si scorge, come colla cognizione delle velocità iniziali sia facile lo scoprire la legge, con cui il fluido elastico sollecita la palla nei diversi punti della lunghezza d'un'anima cilindrica. A tal fine si sparino tre, o più canne d'ineguale lunghezza fra di loro, e del medesimo calibro, caricate ugualmente, e si misurino le velocità iniziali delle palle cacciate da ciascheduna di queste armi. Ciò fatto sulla linea direttrice A R si notino da A verso R le lunghezze delle canne prese dal sito, ove sta la palla fino alla bocca, e supposto, che A C esprima la lunghezza della canna più corta, A D la lunghezza della mezzana, ed A B la più lunga; nei punti C, D, B s'alzino le perpendicolari C E, D F, B G uguali ciascheduna alla velocità iniziale della rispettiva canna. La linea, che passa

pe'

FIGURA
XX.

pe' punti A , E , F , G , farà la scala delle velocità negli spazj A C , A D , A B scorsi dalla palla con moto accelerato . Se poi di questa scala se ne cerca l' equazione ; per mezzo delle cose di già altrove insegnate , si troverà la corrispondente scala S M N O delle pressioni del fluido nella palla .

172. Avendo fatto le mentovate esperienze con quattro canne da schioppo del calibro d' un' oncia , caricate con polvere da guerra di grano fino di peso di denari 9 , e poste pure le altre circostanze nel caricare descritte (§. 166.) , è risultato nello stato mezzano dell' atmosfera :

*Velocità
accomunate*

Lunghezza delle canne dal sito, ove sta la palla fino alla bocca	}	Piedi 0 :	6 :	1	Piedi 615
					825
					1030
					1077

Fatta per tanto la costruzione secondo l' antecedente paragrafo , e considerata la proporzione fra le ascisse , e le ordinate

nate si trova, che la scala A E F G delle velocità è un'ellisse, di cui il semiasse minore A R è di piedi 2 : 10, e il semiasse maggiore è di piedi 1077 in circa espresso dalla R H. Da questo consegue

1.° Che la scala delle pressioni S M N O nel caso presente è una retta inclinata, la quale prolungata sega la linea direttrice nel centro R dell'ellisse.

2.° Che nelle canne più lunghe di A R sparate nelle descritte circostanze l'eccesso di lunghezza nulla più serve ad accrescere la velocità della palla.

Affine poi di dare la formola per trovare la velocità iniziale delle altre canne da schioppo più corte di A R, e sparate in direzione orizzontale con 9 denari di polvere fina da guerra nello stato mezzano dell'atmosfera, basta riflettere, che, essendo la somma delle pressioni

$A R S = \overline{R H}$, sarà $\frac{A S}{2} = 409386$

piedi. Si faccia ora, che A D denoti la lunghezza di qualsivoglia canna, la superficie del trapezio rettilineo A D N S esprime la somma delle pressioni sarà

$$\frac{A S \times \overline{A R} - \overline{D R}}{2 A R} = 144489 \times \frac{289 \overline{D R}}{36} \quad \text{ma}$$

ma la velocità iniziale DF corrispondente a questo trapezio s' esprime per la sud-duplicata della medesima superficie, adun-

$$\text{que sarà } DF = u = \sqrt{144489 \times \frac{289}{36} - DR^2}$$

la formola ricercata.

Per esemplificare suppongasi, che AD sia $\frac{1}{6}$ -di piede, sarà $DR =$ piedi $2 : 8$, o sia

piedi $\frac{8}{3}$, e il suo quadrato sarà $\frac{64}{9} = \frac{256}{36}$, il qual valore sostituito nella formola darà

$$DF = u = \sqrt{144489 \times \frac{289}{36} - \frac{256}{36}} =$$

$$\sqrt{144489 \times \frac{33}{36}} = 363 \text{ piedi per la velocità iniziale.}$$

173. La data maniera (§. 172.) per trovare la scala delle velocità negli spazi serve praticamente per quei casi, ne' quali essendo gagliardamente compresso, o ricalcato lo stoppaccio sopra la polvere, la massima ordinata nella corrispondente scala delle pressioni si trova nel sito della palla, o molto vicino ad essa. In questi casi non è difficile il rendere per approssimazione la curva delle velocità ritrovate una linea regolare, e quindi esprimer-

ne geometricamente la sua natura, per avere poi quella delle pressioni. Ma quando la massima ordinata nella scala delle pressioni si trova distante dal sito della palla, come avviene colle polveri deboli, o quando poco, o nulla si ricalcano gli stoppacci nelle polveri gagliarde, allora, per poter esaminare la curva delle velocità, è necessario, che le sperienze si facciano non solo colle canne delle lunghezze descritte nell'antecedente paragrafo, ma con altre ancora, nelle quali la palla dal suo sito fino alla bocca abbia a scorrere spazj cortissimi, come di uno, due, quattro ec. diametri della bocca dell'arma; onde si possa descrivere la curva fin dal suo punto d'origine, la quale per approssimazione si procurerà poi di rendere regolare, quando dalle sperienze non risulti tale.

174. Ove poi si desidera di sapere solamente come cammini la scala delle pressioni, si potrà per ciò ricavar lume dal riflettere, che, essendo le velocità nella sudduplicata della somma delle pressioni, ogni volta che queste velocità CE , DF faranno fra di loro in proporzione minore della sudduplicata dei corrispondenti spazj scorsi AC , AD , o sia delle lunghezze

ghezze delle canne dal fito, ove posa la palla fino alla bocca, la porzione corrispondente SMN della scala delle pressioni farà convergente verso la bocca, e farà parallela la detta scala alla linea direttrice AR , quando le dette velocità faranno proporzionali alla sudduplicata delle corrispondenti lunghezze delle canne. Ma se le velocità CE , DF faranno in una proporzione maggiore della sudduplicata delle lunghezze AC , AD , allora la scala SMN si scosterà dalla linea direttrice, andando dal fito della palla verso la bocca dell'arma.

175. Finalmente colla cognizione della velocità iniziale $u = u$, della natura della scala delle pressioni del fluido nella palla, e col mezzo della formola $u = \sqrt{\frac{57nplA}{2r}}$,

che si dà nelle *Instituzioni Fisiche meccaniche*, nella quale A esprime l'altezza d'un barometro fatto colla materia medesima della palla, l la lunghezza dell'arma dal fito, ove posa la palla fino alla bocca, p la proporzione tra l'area $ASND$, ed il rettangolo fatto dall' AS in AD , r il raggio della palla, s avrà il valore di n esprimente quante volte il fluido, che sti-

mola la palla al movimento, è nella sua massima forza più elastico dell'aria, che respiriamo.

Per esemplificare, prendasi la canna da schioppo (§. 172.) lunga nell'anima piedi $2 : 0 : 4 = l$: siccome in questo caso $A =$ piedi $1 : 8 : 8$, $r =$ piedi $0 : 0 : 2 : 5$, $u =$ piedi 1030 , se si supporrà $p = \frac{19}{30}$, sostituendo tutti questi numeri

$$s'avrà $1030 = \sqrt[3]{57 \times 1 : 8 : 8 \times 2 : 0 : 4 \times \frac{19}{30} n}$,$$

$$0 : 0 : 4 : 10$$

e quindi $n = 280$ volte in circa l'elasticità mezzana dell'atmosfera.

176. Per mezzo della data maniera di trovare le velocità iniziali delle palle nelle armi di picciol calibro (§. 165.) farà facile l'aver questa velocità iniziale anche nelle palle cacciate dai cannoni, e quindi si potrà anche in quest'armi determinare non solo la massima carica, con cui s'ha il tiro più lungo (§. 88.); ma si potrà ancora determinare la legge, con cui il fluido infuocato spinge la palla dentro queste armi, quale sia la massima sua elasticità, ed in qual termine della lunghezza dell'arma si manifesti; in somma

si potranno coi cannoni risolvere tutti quei problemi, che colle canne da schioppo, e da spingarda sono stati sciolti dal §. 167. fino a questo.

Per determinare adunque le velocità iniziali delle palle cacciate dai cannoni è necessario il cercare un gran bersaglio omogeneo, e penetrabile; e, quando questo non si trovi, farà necessario il farlo con terra scelta, stacciata, e ben compressa. Contro questo bersaglio si faranno diversi spari coi cannoni situati da vicino; procurando, che le immersioni delle palle sieno distanti le une dall'altre nel bersaglio in modo, che la terra smossa dalla prima palla dentro il bersaglio non possa facilitare l'immersione della palla seguente. Dopo lo sparo si misurino tutte le profondità, e si sostituisca il loro valore in vece di S nella formola $S = g D u^2$ delle *Instituzioni Fisiche meccaniche*, in cui D esprime il diametro della palla, g la sua gravità specifica, ed u la velocità, s'avrà $u = \sqrt{\frac{S}{g D}}$ quantità cognita.

Ciò fatto contro questo medesimo bersaglio si spari una canna da spingarda,

da , di cui sia già nota la velocità iniziale , e misurata l' immersione di questa palla nel bersaglio , si sostituisca pure nella formola $u = \sqrt{\frac{S}{g D}}$ insieme ai valori congniti di g , e D , e s' avrà un valore relativo di u . Dopo questo si faccia la seguente analogia .

La velocità relativa della palla da spingarda sta alla sua velocità iniziale , come la velocità relativa della palla da cannone sta alla sua velocità iniziale . Per esempio suppongasi , che una palla da spingarda di piombo sia del diametro $D = \frac{1}{2}$ di piede , e questa sia immersa nel bersaglio alla profondità $S = 2$ piedi ; e perchè la gravità specifica del piombo è $g = 9060$, così farà $u = \sqrt{\frac{S}{g D}} = \sqrt{\frac{48}{9060}}$.

Suppongasi in oltre , che la palla da cannone sia di ferro del diametro $D = \frac{1}{4}$ di piede , e questa sia immersa nello stesso bersaglio alla profondità $S = 7$ piedi ; siccome la gravità specifica del ferro è $g = 6115$, così farà $u = \sqrt{\frac{S}{g D}} = \sqrt{\frac{28}{6115}}$.
 Supposto finalmente , che la velocità iniziale

233
 ziale già cognita della palla da spingar-
 da sia di piedi 1200, avremo $\sqrt{\frac{48}{9060}}$:

$$1200 = \frac{\sqrt{\frac{28}{6115}} : 1200 \sqrt{\frac{28}{6115}}}{\sqrt{\frac{48}{9060}}} = 1036$$

piedi per la velocità iniziale ricercata della palla da cannone.

E qui giova osservare come per mezzo dell' accennata formola si possono determinare anche altre cose : a cagion d' esempio le immerfioni delle palle di differente calibro , e densità moventisi con varie velocità , purchè sia già noto il diametro , la densità , la velocità , e l' immerfione di una palla entro il proposto bergaglio .

177. Facendosi per tanto delle sperienze secondo l' antecedente paragrafo , se si adopreranno i cannoni descritti (§. 89), e si spareranno con polvere ordinaria da guerra , cioè quelli da ll. 32. , e 16 con $\frac{2}{3}$ di peso della palla , e colla metà del peso delle loro palle i sagri , si troverà , allorchè il tempo non è soverchiamente secco , nè troppo umido , che la mezzana delle velocità iniziali si può

con-

considerare di piedi 800 in circa nei cannoni da ll. 32 , di piedi 850. in 860 in quelli da ll. 16 , e che questa velocità oltrepassa i piedi 900 nei pezzi da ll. 8 , rimanendone al di sotto in quelli da ll. 4 .

In Luglio 1764 il Sig. Sottotenente Debutet ha inventato una maniera affai semplice per misurare le velocità iniziali dei proietti dalle armi da fuoco di qualsivoglia specie . A qualunque macchina , purchè abbia una ruota moventesi equabilmente con sufficiente prestezza , egli adatta una piastrina , in cui evvi uno stile mobile . Questo stile è ritenuto alquanto distante dalla superficie della ruota per mezzo di un filo , che attraversa la bocca dell' arma , affinchè nell' uscire della palla il filo si rompa , e lasci luogo all' azione di una molla , che tosto comprime lo stile contro la ruota in movimento , nella quale si descrive un arco , finchè la palla uscita dall' arma urtando in un bersaglio pure mobile situato a pochi piedi di distanza lo fa retrocedere . A questo bersaglio s' attacca prima l' estremità di un bastone , di cui l' altro estremo si ferma alla piastrina per modo , che nel retrocedere il bersaglio , per mezzo del

del bastone tira lo stile in dietro, e quindi cessa tosto la descrizione dell' arco nella ruota.

Si scorge adunque come colla cognizione del movimento della ruota, della distanza tra la bocca dell' arma, ed il bersaglio, e della grandezza dell' arco descritto, si giunge a determinare lo spazio, che la palla è in caso di scorrere uniformemente in un' minuto secondo, e dicasi la sua velocità iniziale.

Affine di togliere ogni frégamento capace di rendere equivoco l' esito delle sperienze si fa una scanalatura nella ruota corrispondentemente allo stile, la quale s' empie poi di sevo, onde immergendovisi lo stile produce un incavo senza notevole resistenza. Per mezzo della stessa piastrina si determina pure il tempo, che la palla impiega nello scorrere dentro l' arma, la velocità iniziale delle bombe, la resistenza, che l' aria oppone al movimento di queste; purchè nelle sperienze si facciano le convenienti mutazioni alle descritte disposizioni.

178. Passando alla terza maniera di determinare le velocità iniziali delle palle cacciate dalle armi da fuoco, che hanno
l' ani-

l' anima cilindrica (§. 159.), si dee riflettere , che dall' acquistare la palla , quando dalla quiete passa al movimento , nuovi gradi di velocità a misura , che s' avvanza dal suo sito E verso la bocca G , ne consegue , ch' ella nulla in parte rende la pressione del fluido , la quale opera solamente col suo eccesso di velocità sopra la palla. Questo diventa vie minore a misura , che la palla s' avvicina alla bocca G a segno tale , che la pressione del fluido contro la palla , se molto lunga fosse l' arma , diverrebbe zero ; mentre però continuerebbe la detta pressione a far forza contro le pareti dell' anima. Quindi è , che la scala XYZ delle pressioni contro la palla , la quale ha l' origine sua nel punto X comune colla scala XNO delle pressioni contro le pareti dell' anima , ha però le sue ordinate HY , GZ minori delle corrispondenti HN , GO ; onde le differenze NY , OZ vanno crescendo a misura , che la palla s' avvanza verso G.

FIGURA
XIII.

Due adunque sono le scale , che in ciascheduno sparo si hanno , quando le spessezze del pezzo sono in tutta la lunghezza proporzionate alla carica , che s' ado-

s' adopera. Una di queste esprime la pressione del fluido contro le pareti dell'anima in tutti i punti della lunghezza di questa; l'altra scala esprime le pressioni dello stesso fluido contro la palla nei detti punti. La prima di queste scale, allorchè è sempre convergente verso la bocca, si deduce dal taglio fatto secondo la lunghezza dell'arma, e può servire per lo limite maggiore delle velocità della palla.

179 La speriienza ci fa costantemente vedere, che le armi da fuoco di qualsivisia calibro, caricate colla maggiore quantità di polvere, che si conviene nei più veementi tiri di fazione, e cogli stoppacci ricalcati fino a quel segno, che si conviene, levando i vani inutili, e lasciando solamente gli spazietti fra i granelli necessarj al precipitoso incendio di tutta la carica, debbono avere le spessezze maggiori dalla bocca venendo verso la culatta; affinchè sieno resistenti alla sola pressione immediata del fluido elastico in tutta la loro lunghezza. Da ciò si fa manifesto, che la scala delle pressioni contro le pareti dell'anima è convergente verso la bocca dell'arma, e che la massima ordinata di questa scala si trova vicina affai al sito della palla. Ciò

Ciò posto, per esprimere questa scala delle pressioni con un' equazione, si tiri la retta KI parallela alla linea direttrice EG considerata per asse colle ordinate rettangole, e si dica la pressione $K-E = p$, la ascissa $EL = KI = x$. Perchè l' ordinata IH della linea KHy è sempre una funzione dell' ascissa KI, così si potrà esprimere IH per nx , e moltiplicando nx per l' ascissa x , e per m dinotante il rotto, che serve a quadrare la superficie KIH, il prodotto $nm x^2$ esprimerà la superficie KIH; ma perchè il rettangolo EKIL è $= px$, così sarà la superficie EKHL $= px - nm x^2$, e denominando la velocità LB $= V$ corrispondente alla detta superficie, avremo

$$V = \sqrt{px - nm x^2}$$

180. Volendo ora applicare la formola a qualche caso particolare, sceglieremo uno de' più frequenti sperimenti, che per 30. anni successivi siensi fatti in questo Regio Arsenale; dappoichè si è stabilita in Piemonte la fabbrica delle canne da schioppo, le quali prima di porle nell' armeria sono sempre provate, coll' intervento almeno d' un **Ufficiale d' Artiglieria.**

Cento , e più mila canne fatte si sono sul medesimo modello , e provate sempre con 22 denari di polvere da guerra di grano ordinario , sopra di cui si pone una palla di stoppa molto dura , che a stento entra nella canna , ed è spinta fino al fondo con una bacchetta , e con un colpo a forza di braccio ricalcata dall' armaiuolo. Si mette di poi sopra questa una palla di piombo pesante denari 23 $\frac{1}{2}$ in circa , e sopra questa altro simile stoppaccio lo ponessi ricalcato come il primo. Caricate in tal guisa le canne collocansi orizzontalmente colla culatta appoggiata ad una trave , e sparasi ciascheduna due volte.

S'è sempre veduto in queste prove, che alcune canne crepano , e si osservano queste crepature verso la culatta , nel mezzo della lunghezza della canna , e verso la bocca. Ora , quantunque diverso sia il numero delle canne crepate da un anno all' altro , relativamente al numero delle canne , che si provano , non di meno non essendo le crepature più frequenti in un sito , che in un altro delle canne , nè gli Officiali direttori , nè i fabbricatori hanno mai creduto necessaria

veruna variazione nelle proporzioni delle medesime canne. Possiamo per tanto con fondamento sufficiente considerare queste canne in tutta la lunghezza loro ben proporzionate alla pressione del fluido elastico, che dalla polvere da guerra posta nelle mentovate circostanze si sviluppa; avendo riguardo a quella parte di fluido, che pel focone, e pel vento sfugge. Per conseguenza e dal taglio della canna, e colla formola (§. 179.) si ha il limite maggiore della velocità della palla in ciaschedun punto della lunghezza dell' arma.

**FIGURA
XXI.**

181. Nelle mentovate canne le spessezze ne' diversi punti della lunghezza sono determinate da una retta FD , che dalla culatta s' accosta all' asse della canna venendo verso la bocca, onde, essendo nella canna $DCAP$ cognite le lunghezze BE , BH ec.; e le spessezze corrispondenti EF , HL , si determina con ciò la posizione della retta MON , scala delle pressioni contro l' arma; dovendo avere le sue ordinate EM , HO , BN nella proporzione medesima delle EF , HL , BD . Prolungate per tanto le rette EB , FD , queste s' incontreranno in R ,
ove

ove concorre anche la MN, (la qual cosa sussiste sempre, ancorchè le FLD, MON fossero due curve); onde sarà cognita ER, che chiameremo b , e considerato $p = EM$, avremo nel caso delle mentovate canne $n = \frac{p}{b}$, onde $\Phi O = \frac{p x}{b} = n x$, e $m = \frac{1}{2}$ a causa del triangolo M- ΦO , onde $n m x^2 = \frac{p x^2}{2b}$, e conseguentemente $V = \sqrt{p x - n m x^2} = \sqrt{p x - \frac{p x^2}{2b}}$, equazione all'ellisse da costruirsi secondo che è stato detto (§. 172.).

Ove però si voglia pigliare $p = 2b$, in tal caso s'avrà $V = \sqrt{2b x - x^2}$, equazione al cerchio col raggio uguale b ; onde fatto centro R, e coll'intervallo RE = b descritto l'arco EGK, le ordinate HG, BK esprimeranno le velocità relative, che avrebbe la palla in detti punti H, B, se fosse stimolata dal fluido secondo la legge espressa dalla scala MON.

Dee però quì notarsi:

1.° Che , se nelle mentovate canne , continuando ad opporsi la medesima resistenza degli stoppacci , e della palla , s' adopererà minor quantità della medesima polvere , quantunque la pressione del fluido nel punto E sia sempre la medesima , tuttavia nei punti H , B la pressione farà minore (§. 152.) : onde le velocità della palla ne' medesimi punti faranno anch' esse minori .

2.° Che , se nella minore carica si sminuirà parimenti la resistenza , adoperando stoppacci o meno forti , o meno ricalcati , le pressioni del fluido tanto in E , quanto nei punti H , B faranno minori .

3.° Finalmente che le pressioni avranno fra loro nei detti punti una proporzione minore , uguale , o maggiore di quella risulti sostituendo nella formola le spessezze delle mentovate canne , secondo che varierà la detta resistenza. Queste cose deduconsi tutte dalla teoria spiegata , e cogli sperimenti onninamente s' accordano.

182. L'uso della formola $V = \sqrt{2bx - x^2}$ è pure comodissimo per determinare con qualche approssimazione quanto la diver-
sa

fa lunghezza d'un' arma contribuisca alla lunghezza de'tiri. Abbiassi a cagion d'esempio un' arma ADP, di cui le spessezze dal sito E, ove sta la palla, fino alla bocca sieno determinate da una retta, e sieno le spessezze proporzionate alla maggior carica di fazione, e si desiderassi sapere, facendo l'arma più corta, come AH, o più lunga, come AQ, quali faranno con la carica medesima le variazioni nelle velocità della palla, o se si vuole nella lunghezza de'tiri. Basta per ciò prolungare le rette EB, FD, finchè s'incontrino in R, e fatto centro R coll'intervallo RE descrivere una porzione di cerchio EGK, e tirate alla AR le normali HG, BK, QT, queste esprimeranno le relazioni approssimate per le lunghezze dei tiri, che corrispondono alla lunghezza delle dette armi.

FIGURA
XXI.

Ho detto con qualche approssimazione; imperciocchè essendo MON la scala delle pressioni del fluido contro le pareti dell'anima, l'altra scala MYZ delle pressioni dello stesso fluido contro la palla s'accosta più presto alla ER toccandola, o segandola in un punto S. Per la qual cosa la vera scala delle velocità della

della palla farà $EIVX$, in cui le differenze fra le velocità nei punti H, B, Q sono minori, che nell'altra scala EGK . Qualunque poi sia la natura della linea MYZ , se questa farà continuata, dovrà necessariamente segare la retta RE in qualche punto S ; poichè col continuo dilatarfi il fluido nella maggior lunghezza dell'arma, e coll'isfuggire in parte per l'intervallo del vento, e pel focone si sminuisce la sua velocità a segno, che più non giunge a spingere la palla.

Questo punto S è sempre il centro d'una curva $EIVX$ rientrante, e finita, di cui SE è un semiasse, ed EM il suo parametro, e serve sempre questo punto S a determinare la maggiore lunghezza di qualunque arma coll'anima cilindrica, oltre la quale più non s'accresce la velocità della palla. Questo punto S , com'è chiaro dalle cose dette, è diversamente distante dal punto A nella medesima arma a misura, che si muta la qualità, o quantità della polvere per la carica, o la proporzione nel vento fra il cannone, e la palla, o la densità di questa &c.

183. Poichè con una sperienza particolare si può conoscere l'adesione = q
della

della materia costituente l'arma, e che di quest'arma è noto il raggio dell'anima $\frac{BP}{2} = r$, e la spessoreza $EF = m$, si farà con ciò nota l'elasticità $= n$ del fluido per mezzo della formola $7200nr = m q$ (*Instit. Fis. Mec.*).

Col sostituire poi nell'altra formola $V = \sqrt{\frac{57 n A p l}{2 r}}$ (§. 175.) i valori di $n, r, l = EB$, $A =$ all'altezza di un barometro della materia medesima della palla, p quantità, che determina la proporzione tra il trapezio $EMNB$, ed il rettangolo $EM \times EB$, s'avrà il valore della corrispondente velocità iniziale $= V$ della palla.

Per esemplificare sia DAP uno smeriglio, di cui le spessezze sieno in equilibrio con una data carica, e sia il diametro $DP = 2r = \frac{1}{12}$ di piede, EF la maggiore spessoreza nel sito della palla, o vicinissima a questo sito $= m = \frac{1}{24}$ di piede, se la tenacità del metallo, con cui è fatta quest'arma, è di libbre 5760000 $= q$ per la sezione di rottura di un pie-

de superficiale, col sostituire questi dati nella formola $7200 r n = m q s'$ avrà

$$7200 \times \frac{1}{24} n = \frac{1}{24} \times 5760000, \text{ e quindi}$$

la massima elasticità del fluido sviluppato dentro l'arma farà $n = 800$ volte la pressione mezzana dell'atmosfera.

Per avere ora la velocità iniziale della palla cacciata dalla mentovata carica, sia $EB = l = 2$ piedi, $p = \frac{2}{3}$; se la palla, che si è adoperata negli spari, farà di piombo, avremo $A =$ piedi $1 \frac{2}{3}$ in circa. Sostituendo per tanto questi

numeri nella formola $V = \sqrt{\frac{57 n A p l}{2r}}$

$$s' avrà V = \sqrt{\frac{57 \times 800 \times 1 \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times 2}{12}} =$$

piedi 1130 per la ricercata velocità iniziale della palla di piombo.

Che se negli spari sonosi adoperate palle di ferro, in questo caso farà $A =$

$$\text{piedi } 2 \frac{1}{2}, \text{ onde } V = \sqrt{\frac{57 \times 800 \times 2 \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times 2}{12}}$$

$=$ piedi 1355. in circa, velocità iniziale di una palla di ferro.

CAPO QUINTO. ²⁴⁷

Delle sperienze per determinare la resistenza dell' aria nei corpi proietti dalle armi da fuoco.

184. **A**LLORCHE' si cercano le velocità iniziali, colle quali le palle di ferro sono cacciate da' cannoni di diverso calibro, e della medesima lunghezza, caricati bastevolmente colla medesima qualità di polvere, e proporzionale al peso delle palle, e cogli stoppacci ricalcati colla medesima forza in tutti i cannoni, si trova costantemente, che queste velocità maggiori sono a misura, che il calibro dell' arma è minore.

Ma se in queste medesime circostanze si sparano gli stessi cannoni in sito opportuno, per misurare la lunghezza dei tiri in diversi orizzonti più bassi l' uno dell' altro, e tutti più bassi di quello, in cui sono i pezzi collocati, si trova, che la lunghezza del tiro d' un cannone di maggior calibro si va sempre più avvicinando a quella d' un altro di calibro minore, finchè giunge a superarla, e ciò

tanto più notabilmente, quanto più basso è l'orizzonte, in cui di primo gitto cadono le palle.

185. Dall' osservarsi maggiore la velocità nei pezzi di minor calibro, posti nelle date circostanze, si vede subito, che in questo caso la somma delle pressioni ha al diametro della palla una proporzione maggiore nei pezzi di minor calibro. Quindi è, che se, quando la resistenza allo sfogo del fluido elastico verso la bocca nasce dalla sola inerzia degli stoppacci, e della palla, e conseguentemente è proporzionale ai diametri delle palle, la somma suddetta nei pezzi di gran calibro sta al loro diametro in una proporzione maggiore, che nei pezzi di picciol calibro (§. 154.); nel caso presente la resistenza, che nasce dal fregamento degli stoppacci colla medesima forza ricalcati in tutti i pezzi di differente calibro, riuscendo maggiore nei pezzi di minor calibro, e per l'accennata causa, e perchè la polvere trovasi in questi pezzi più radunata, dee il fluido sviluppato nel sito della carica essere più elastico, che nel primo caso, ed in conseguenza distruggersi ciascun granello acceso più precipi-

cipitosamente di prima , e la somma delle pressioni stare al diametro della palla in una proporzione maggiore nel pezzo di minor calibro. A queste considerazioni aggiungere conviene la maggior lunghezza dell' anima , per cui viene sollecitata la palla nel pezzo di minor calibro ; dal che ne consegue ancora la velocità dover essere maggiore.

186. Nasce il secondo fatto (§. 184.) unicamente dalla resistenza dell' aria contro le palle , la quale nei moti violenti è efficacissima , e maggiori dimostra gli effetti suoi nel raccorciare i tiri delle palle di minor calibro. Per conoscere evidentemente , che la resistenza dell' aria sia di questo fatto l' unica cagione , basta osservare il confronto , che nella seguente tavola si fa tra le lunghezze dei tiri osservate in Giugno 1764 lungo il fiume Po , e quelle , che colla data velocità iniziale s' osserverebbero , se l' aria non resistesse al movimento della palla.

In questi sperimenti si sono adoperate quelle cariche , e palle , ed usate quelle avvertenze nel caricare l' arma , le quali producono le velocità iniziali notate nella tavola , e si sono fatti molti

spa-

spari , procurando , che le palle in tutto il loro cammino attraversassero l'aria , che soprastava al fiume. Per tal fine si è scelto quel tratto quasi che rettilineo del Po , ch'è tra i mulini di Roccafranca , e la Cappella del Crocefisso , volgarmente detta il *Pilonetto* , ed è avvenuto nelle cinque mattine impiegate in queste sperienze , che il Barometro è stato costantemente all' altezza di once 17 : 6 nel sito della batteria , eccettuatone il fine della terza mattina , in cui salì un punto più alto.

251 CONFRONTO

Delle lunghezze de' tiri, osservate in Giugno 1764 lungo il fiume Po, con quelle, che si offerrebbero nella data velocità iniziale, se l'aria non resistesse al moto della palla.

		LUNGHEZZE DE' TIRI			
		Velocità iniziali delle palle	Angoli d'elevazio- ne de' tiri	Che si sono osservate in Giugno 1764	Che si offer- verebbero, se l'aria non resis- tesse
		PIEDI	GRADI	PIEDI	PIEDI
Carabina rigata del ca- libro di $\frac{5}{8}$ e $\frac{2}{3}$ spara- ta con palle del calibro, e peso di $\frac{6}{8}$	}	1160	15	1596	35410
			$24 \frac{1}{2}$	1662	53115
			45	1584	70821
Schioppo da fantacci- no del calibro di once 1 sparato con palle del corrispondente calibro, e del peso denari 23 $\frac{1}{2}$ in 23 $\frac{1}{2}$	}	1030	$7 \frac{1}{4}$	1680	13959
			15	2310	27918
			$24 \frac{1}{3}$	2364	41877
			45	2090	55836
Palle del cali- bro, e peso di once 3	}	1100	15	2544	31842
			$24 \frac{1}{3}$	3102	47563
			45	2940	63684
Spingar- da del calibro di once $3 \frac{1}{2}$ spa- rata con	}	1050	15	3006	29013
			Palle del cali- bro, e peso d' once $3 \frac{1}{2}$.	.
Palle del cali- bro d' once $3 \frac{1}{2}$, e del pe- so d' once 3	}	1227	15	2890	39619
			.	.	.
					In

In questo confronto si vede per esempio, che essendosi sparata la carabina rigata in quelle circostanze, in cui la palla esce dalla canna con una velocità iniziale di piedi 1160, si sono osservati all'elevazione di gradi 45. piedi 1584. per la lunghezza del tiro, quando, secondo la teoria dei proietti nel voto, dovrebbe tal lunghezza essere di piedi 70821. Siccome adunque, quando si misura la velocità iniziale della palla vicino alla bocca dell'arma, e quando questa si spara all'elevazione di gradi 45, altro divario non corre, se non che nel primo sperimento la palla attraversa l'aria per un cortissimo spazio, e che nel secondo sperimento lunghissimo è questo spazio, così dalla maggior quantità d'aria attraversata dalla palla, e per conseguenza dalla sola resistenza da quella opposta al movimento della palla si dee assolutamente dedurre la gran discrepanza, che corre tra la lunghezza del tiro, che si osserverebbe nel voto, e quella, che s'è osservata negli spari fatti all'elevazione di gradi 45.

187. Dall'esito delle seguenti sperienze si ravvisa poi, che la resistenza incontrata dalla palla nell'attraversare l'aria, che
fo-

sopra l'acqua, è maggiore di quella, che la stessa palla incontra nell'attraversare l'aria lontana dall'acqua.

Dal divisato sito dei mulini di Roccafranca si fecero pure in Giugno 1764 alcuni tiri all'elevazione di gradi 15 colla spingarda del calibro d'once $3 \frac{1}{2}$ sparata in quelle circostanze, e con quelle palle, in cui si hanno le velocità iniziali di piedi 1050, e dopo aver osservato con grandissima approssimazione una medietà di piedi 3006 nella lunghezza de' tiri, si è tosto trasportata la spingarda lateralmente alla strada di Stupinigi, e fatti in tal sito altri spari nelle precise medesime circostanze di quelli fatti sul Po, si è osservata alla stessa elevazione la lunghezza media dei tiri di piedi 3300.

188. Dai confronti fatti nei due precedenti paragrafi si deducono alcune delle conseguenze, che si hanno dalla teoria della resistenza dell'aria nelle *Instituzioni Fifiche meccaniche*.

1.° Che gli effetti della resistenza dell'aria nel raccorciare i tiri riescono maggiori nelle palle di minor calibro, allorchè queste sono della medesima gravità specifica.

2.° Che gli effetti della detta resistenza nel raccorciare i tiri riescono maggiori

giori nelle palle di minor gravità specifica, supposta l'uguaglianza fra i diametri.

3.^o Che il tiro massimo con una data carica, allorchè l'arma, ed il bersaglio sono nello stesso orizzonte, si ha in una elevazione minore di gradi 45.

4.^o Che l'elevazione suddetta, in cui si ha il tiro massimo, si allontana maggiormente da quella di gradi 45. a misura, che la palla è di un calibro minore, o di minore gravità specifica.

5.^o Che il tiro più lungo, che si possa avere da un'arma sparata colla maggior carica di fazione, dipende dalla direzione, in cui si spara l'arma, dalla velocità iniziale della palla, dal diametro, e peso di questa, dalla densità dell'aria attraversata dal proietto, e dall'essere l'arma, e il bersaglio nel medesimo orizzonte, o in due orizzonti diversi.

Chi porrà mente a queste conseguenze, ed avrà anche presenti le cose dette (§. 102, 103, 104), conoscerà evidentemente, che le sperienze, le quali si fanno misurando le lunghezze de' tiri per determinare con precisione quale sia la carica, che caccia con maggior violenza la palla (§. 88.), sono di lor natura

tura molto composte, perchè il loro esito è soggetto a moltissime alterazioni, specialmente quando la palla dee scorrere un lungo spazio prima d' incontrare il terreno, e che son necessarj molti giorni per farle.

189. Nel confronto, che abbiamo fatto delle lunghezze dei tiri osservate negli esperimenti, con quelle, che si osserverebbero, se l'aria non resistesse al movimento della palla (§. 186.) si suppone, che la carica, la quale nei tiri orizzontali dà una determinata velocità iniziale, produca la stessa determinata velocità iniziale sparandosi l'arma in differenti elevazioni.

Per provare, che questa supposizione ha luogo nelle palle di picciol calibro, di cui abbiamo parlato, senza che a questa verità ostino in verun modo le sperienze del §. 169., si è sparata alla distanza di tre piedi contro un bersaglio di legno affai omogeneo la canna da schioppo con direzione orizzontale, ed in quelle circostanze, che danno la velocità iniziale di piedi 1030: dopo ciò si è sparata la medesima canna caricata come prima con direzione verticale contro lo stesso bersaglio collocato pure alla distanza di

tre

tre piedi, ed è avvenuto, che in ambedue queste direzioni la palla si è immersa nel berfaglio alla stessa profondità di once $7\frac{1}{2}$.

190. Poichè nelle palle di piccol calibro la velocità iniziale è costante in qualsivoglia elevazione si spari l'arma, consegue, che la maggior quantità di fluido, che necessariamente si sviluppa dentro l'arma nelle maggiori elevazioni, è tale, che la somma delle pressioni del medesimo fluido nella palla ha colla maggior resistenza, che questa oppone, la medesima proporzione, che s'incontra tra queste due forze nello sparo orizzontale.

191. Sia AE una retta orizzontale, colla quale le AF, AG, AH, AK facciano gli angoli, in cui si son fatti gli spari nelle sperienze (§. 186.), e dopo aver notato le lunghezze dei tiri corrispondenti AB, AC, AD, AE osservate dalla medesima arma, si alzino le verticali BF, CK, DG, EH, s'avranno nelle AF, AG, AH, AK gli spazj scorsi dalla palla nel moto d'impulsione, e nelle verticali BF, DG, CK, EH quelli della gravità. Per la qual cosa si potrà descrivere, e prolungare la trattoria

FIGURA
XXII.

geo-

geometricamente, o meccanicamente col mezzo dell'Instrumento del Dulacq, come si ha nelle *Instituzioni Fisiche meccaniche*.

192. Facendo passare per li punti A, F, G, H, K una linea, s'avrà la curva delle proiezioni AFGHK, mediante la quale, volendosi sparare l'arma in una elevazione minore di gradi 45, si troverà il punto, in cui la palla percuoterà l'orizzontale AE: ed all'opposto, se sarà dato il sito, che si desidera colpire nella detta orizzontale, si troverà l'elevazione dell'arma, senza che sia necessario il descrivere la trattoria. Da questo si scorge, che se nelle sperienze di Giugno 1764 si fossero anche fatti dei tiri in elevazioni AM maggiori di gradi 45, per avere le corrispondenti lunghezze AN dei tiri, si sarebbe avuta a dirittura l'intera curva AFGHKML delle proiezioni.

193. La maniera spiegata (§. 191) per avere la trattoria dei proietti dalle armi da fuoco serve per quei casi, nei quali la velocità iniziale della palla non si muta; quantunque si spari l'arma in differenti elevazioni. Ma perchè più non può applicarsi questo metodo in quelle armi da fuoco, nelle quali riesce diversa la velo-

cità iniziale negli spari, che si fanno in due elevazioni fra loro discoste; così per avere la trattoria in somiglianti casi si terrà la seguente norma, o altra equivalente.

FIGURA
XXIIII.

Scelto un sito, da cui si possano dirigere i tiri sopra diversi piani più bassi l'uno dell'altro, o pure scelto un luogo montuoso, in cui collocare si possa il pezzo in differenti altezze A, C, D, ec. si comincerà sparare dal sito Aa alcune volte con quella direzione, che si vorrà, per esempio colla orizzontale, caricando l'arma sempre nello stesso modo, e notando in ciaschedun tiro il punto I, in cui di primo gitto cadono le palle. Si faranno indi gli spari dai siti C, D, E colle medesime circostanze, e colla direzione medesima di prima, notando pure i punti L, B, Q della caduta. Ciò fatto, se si alzeranno le verticali IH, LK, BM, Qe, s'avranno in esse le ascisse della trattoria, e nelle orizzontali AH, CK, DM, Ee le corrispondenti ordinate; onde colla cognizione di queste linee si cercherà la natura della curva, o pure si descriverà meccanicamente, e sarà questa trattoria particolare a quelle elevazioni, in cui la velocità iniziale del proietto non si muta sensibilmente. Se

Se poi avverrà, che nei punti I, L, B, Q il suolo sia penetrabile, e disposto in modo, che la palla vi si possa immergere colla direzione stessa, che ha nei detti punti, in tal caso avendosi nella direzione dei buchi formati quella delle tangenti della trattoria, diverranno per tal modo cognite le sottotangenti, e le sottotonormali corrispondenti a questi punti; onde col metodo inverso delle tangenti si potrà anche ricavare l'equazione alla curva.

194. Per risolvere la ritrovata trattoria nei suoi movimenti semplici è necessario conoscere il tempo, che la palla impiega in ciascheduna stazione A, C, D, E dal momento, che esce dal pezzo, finchè incontri il suolo, la qual cognizione si può facilmente acquistare col mezzo d'un pendolo semplice, o altro orologio, che misuri porzioni molto corte del tempo, come a dire $\frac{1}{2}$, od $\frac{1}{3}$ di minuto secondo. Quest'orologio dee essere presso coloro, che notano i siti, in cui di primo gitto cadono le palle, e debbono cominciare a contare dall'istante, che vedono uscire il fuoco dalla bocca dell'arma, finchè la palla colpisca il suolo.

Suppongasi adunque, che negli spari fatti dal sito A la palla abbia impiegato il tempo $= a$ per giungere in I; che dal sito C per giungere in L abbia impiegato il tempo $= b$; il tempo $= d$ per giungere da D in B, ed il tempo $= f$ per passare da E in Q. Se nella linea direttrice A E si noteranno i tempi A B $= a$, A C $= b$, A D $= d$, A E $= f$, e si faranno le corrispondenti ordinate B H, C I, D K, E L uguali ciascheduna allo spazio corrispondentemente scorso nel moto d'impulsione ricavato dalla sperienza (§. 193.), s'avrà la scala A H I K L di questi spazj nei tempi, dalla quale si dedurrà poi la scala delle velocità, e indi quella delle forze istantanee ritardatrici.

FIGURA
XXIV.

Nella stessa maniera se nella linea direttrice M V si noteranno i tempi M R $= a$, M T $= b$, M S $= d$, M V $= f$, e nelle ordinate R r, T t, S s, V u si esprimeranno i corrispondenti spazj scorsi dalla gravità ricavati pure dalla sperienza (§. 193.), s'avrà la scala M r s t u di questi spazj, per mezzo di cui si dedurrà l'altra scala M p q y z delle velocità, e da questa finalmente si ricaverà anche quella delle resistenze istantanee dell'aria nel movimento della gravità.

FIGURA
XXV.

195. Ove poi si cerchi di conoscere solamente la legge, con cui l'aria resiste al moto dei proietti, si potranno fare delle sperienze più comode in queste altre due maniere, il risultamento delle quali suole averfi con approssimazione maggiore, che nelle additate (§. 186., 193., 194.).

Consiste la prima maniera nel trovare la scala degli spazj scorsi nei tempi nel moto d'impulsione; e si riduce la seconda maniera a trovare nel detto movimento la scala delle velocità ritardate negli spazj. Per avere la prima scala si spari più volte dal sito S , e nella direzione Sr la medesima arma caricata sempre allo stesso modo, collocando un bersaglio verticale in diverse distanze So , Sl , Sm , Sn , nel quale possa colpire la palla in ciascheduno sparo. Siccome in tal bersaglio saranno sempre cogniti due punti in ogni sparo, cioè il punto, che si trova nella linea della direzione Sr , ed il punto, in cui colpisce la palla, così saranno noti gli spazj oa , lb , mc , nd scorsi dalla gravità, e i corrispondenti spazj So , Sl , Sm , Sn scorsi nello stesso tempo col moto d'impulsione; e sarà finalmente data la trattoria $Sabcd$.

FIGURA
XXVI.

Se nel fare queste sperienze si collocherà il bersaglio in distanze tali, che la maggior linea della caduta nd non oltrepassi piedi 90, affinchè la resistenza dell'aria riesca ancora poco sensibile nel movimento della gravità, per mezzo della

formola $S = \frac{19t^2}{2}$ (*Instit. Fis. Meccan.*) si

verrà a conoscere il tempo $= t$ impiegato dalla palla nello scorrere gli spazj oa , lb , mc , nd , e conseguentemente ancora nello scorrere gli spazj So , Sl , Sm , Sn col moto d'impulsione.

Tirata per tanto la linea direttrice

AE , e fatta $AB = \sqrt{\frac{2}{19} oa}$, $AC = \sqrt{\frac{2}{19} lb}$,

FIGURA
XXIV.

$AD = \sqrt{\frac{2}{19} mc}$, $AE = \sqrt{\frac{2}{19} nd}$, e alzate poi dai punti B, C, D, E delle per-

pendicolari, facendo $BH = So$, $CI = Sl$, $DK = Sm$, $EL = Sn$, la linea, che passerà pei punti A, H, I, K, L , farà la scala degli spazj nei tempi nel moto ritardato dell'impulsione.

Colla cognizione poi di questa scala si ricaverà quella delle corrispondenti velocità $MNO PQ$, e finalmente da questa si dedurrà l'altra delle resistenze istan-

tanee

tanee dell' aria contro la palla , e quindi per mezzo della addotta speriienza si verrà a conoscere quanto appartiene al moto ritardato dell' impulsione .

196. Nelle fin quì date maniere di determinare la resistenza dell' aria si suppone , che la palla esca sempre dall' arma colla stessa direzione , in cui trovasi l' asse dell' anima , ma perchè occorre talora , che la cosa va diversamente , perciò , per togliere di mezzo quest' inconveniente , basterà , che con una carica , la quale dà una di già nota velocità iniziale , si spari l' arma situata in diverse arbitrarie distanze dal bersaglio , come $S o$, $S l$, $S m$, $S n$, e che si misuri la velocità , che ha la palla percotendo nel bersaglio in dette differenti distanze , servendosi perciò o delle immersioni (§. 176) , o di qualche macchina propria per tal fine . Fatto questo , se in una linea direttrice si notano per ascisse le distanze $S o$, $S l$, $S m$, $S n$ scorse dalla palla col moto d' impulsione , e le velocità ritrovate nella speriienza si fanno servire d' ordinata alle corrispondenti ascisse , segnando nel punto d' origine di queste la velocità iniziale per la massima ordinata , si avrà la scala delle velo-

velocità negli spazj nel moto ritardato dell'impulsione (§. 195), dalla quale si dedurrà quella delle resistenze istantanee dell'aria nella palla, nulla importando in queste sperienze, che la palla esca, o no colla direzione dell'arma.

197. Altre maniere ancora si possono usare per determinare la resistenza dell'aria nei proietti dalle armi da fuoco, e per trovare la trattoria da essi descritta (§. 177.). La facilità di valersi di quelle, che qui sono state additate, dà campo agli Studenti di esercitarsi in simili scoperte, e di applicare alla pratica in modo particolare la teoria, che nelle *Instituzioni Fifiche meccaniche* si dà. Intanto chi avrà in mente le cose principali spiegate in questo capo, e specialmente ne' §. 188, 190, 191, 192, potrà con pochi tiri di prova ottenere facilmente in guerra dalle armi da fuoco, e specialmente dai mortai per le bombe quel maggior vantaggio, che, neglette, o ignorate queste cose principali, non si può sperare di conseguire, se non andando tentone con molti spari.

INDICE

PARTE PRIMA.

Delle proprietà della Polvere . Pag. 1

CAPO PRIMO.

Del Fuoco 2

CAPO SECONDO.

*Dello Zolfo, Carbone, Salnitro,
e del loro accoppiamento* 11

CAPO TERZO.

Della Polvere 23

CAPO QUARTO.

*Le proprietà medesime della Polvere
s' osservano nelle armi da fuoco
di qualsivoglia calibro*

CAPO ⁶⁴

CAPO QUINTO.

Delle cariche , con cui si ha da' Cannoni il tiro più lungo 89

PARTE SECONDA.

Della forza della Polvere 132

CAPO PRIMO.

Maniera per misurare la densità , e l'elasticità del fluido sviluppato dalla Polvere , ridotto alla temperatura dell'aria 136

CAPO SECONDO.

Alcune principali maniere per misurare la forza massima della Polvere nel tempo del suo abbruciamento dentro una capacità invariabile 159

CAPO

CAPO TERZO.

*Delle modificazioni del fluido nello
svilupparsi dentro l'anima cilindri-
ca d' un' arma, che nascono dalla
resistenza allo sfogo dello stesso
fluido verso la bocca del pezzo .* 179

CAPO QUARTO.

*Della velocità iniziale dei proietti,
e della legge, con cui questi sono
stimolati al movimento entro le
armi da fuoco, che hanno l'ani-
ma cilindrica* 203

CAPO QUINTO.

*Delle sperienze per determinare la
resistenza dell'aria nei corpi pro-
ietti dalle armi da fuoco . . .* 247

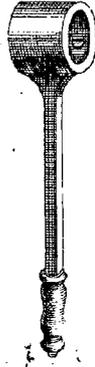
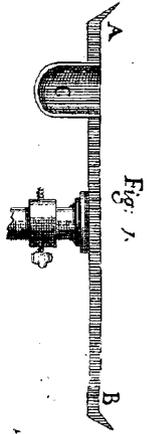


Fig. 2.

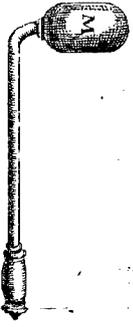
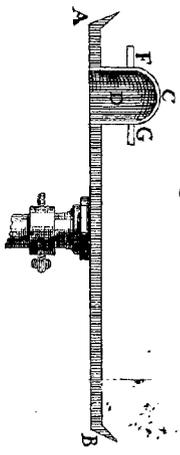
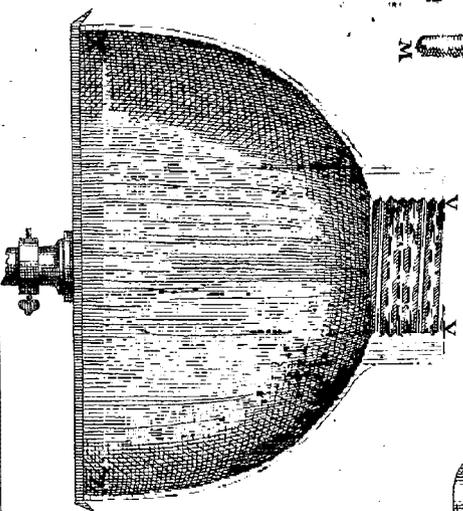
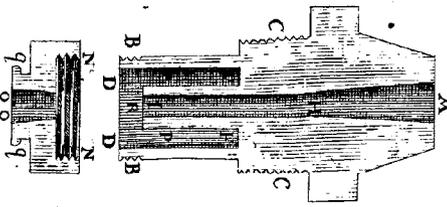
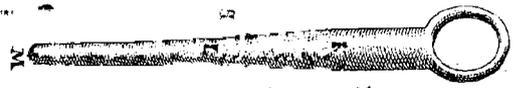


Fig. 3.



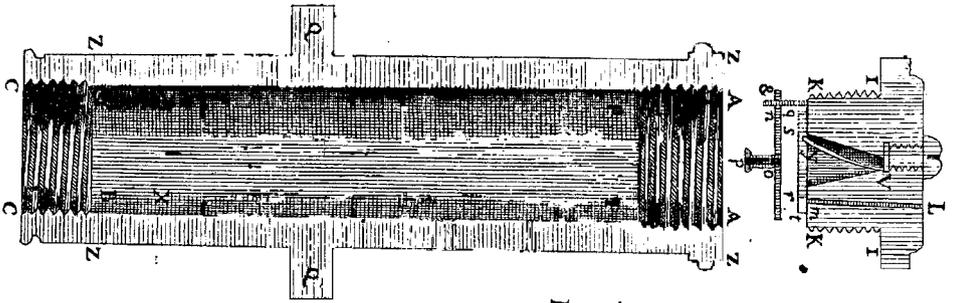


Fig. 4.

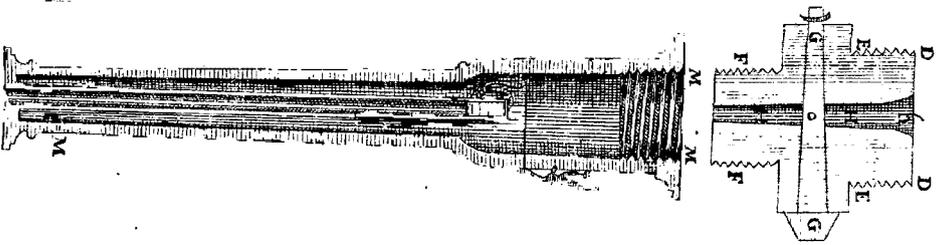
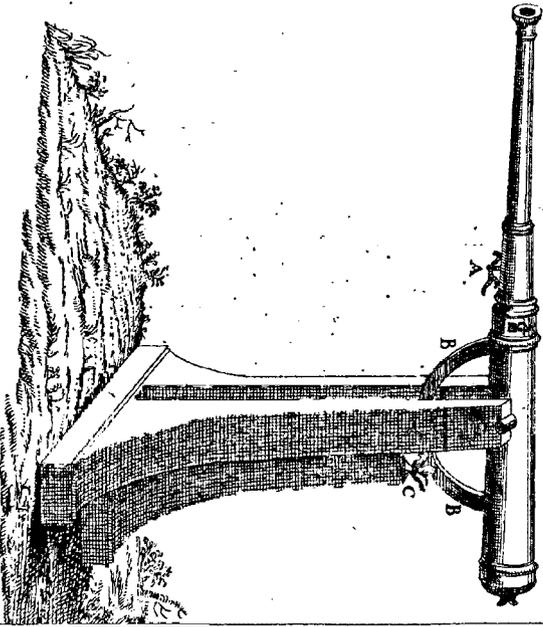


Fig. 5.



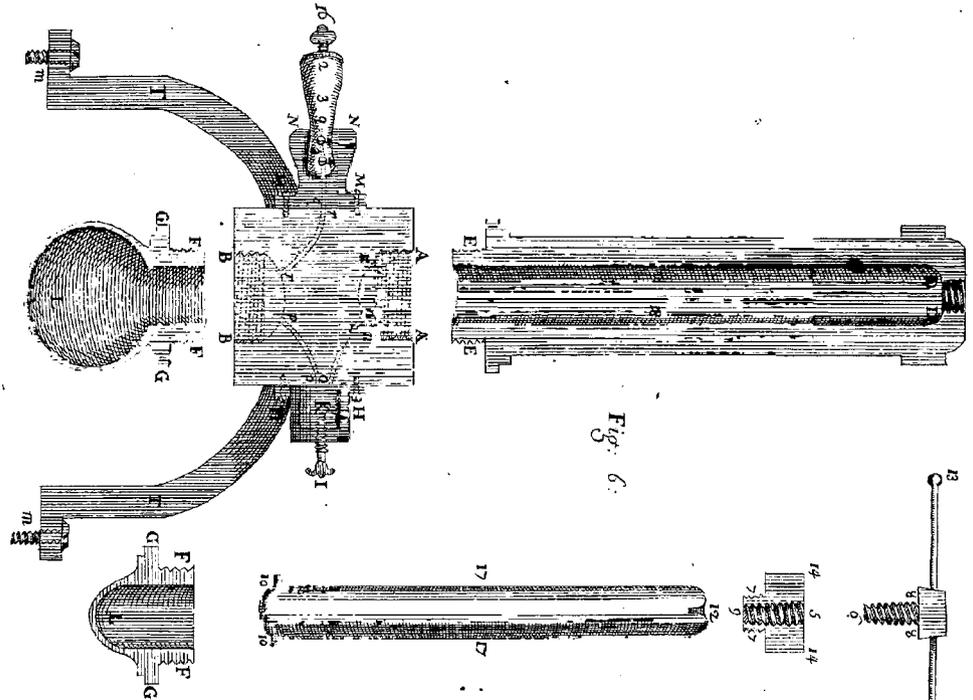
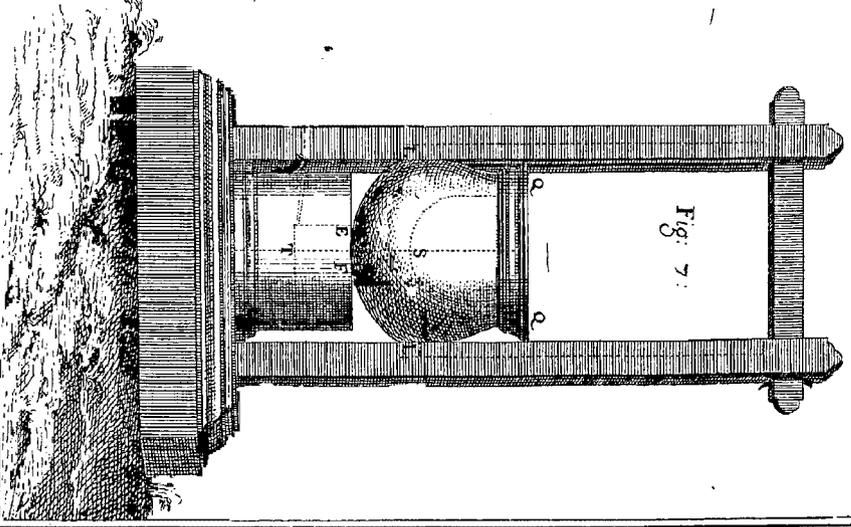


Fig. 6:



Fig. 7:



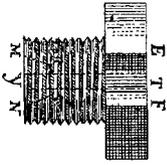


Fig. 5:

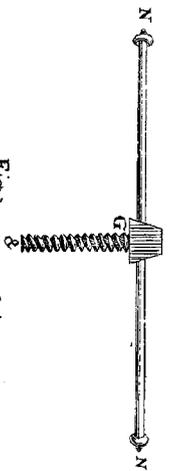
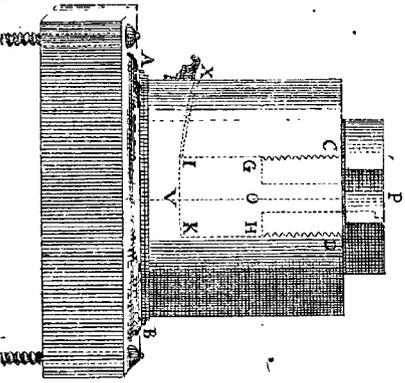


Fig. 9:

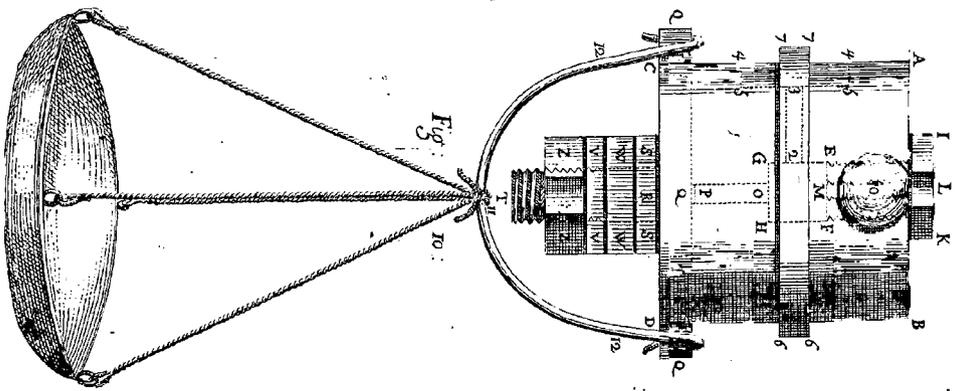
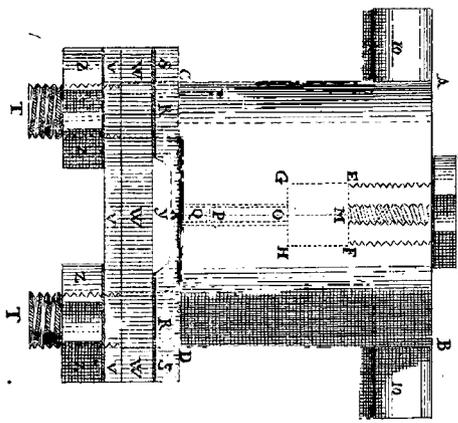


Fig. 10:

Fig: 11:



Fig: 12:

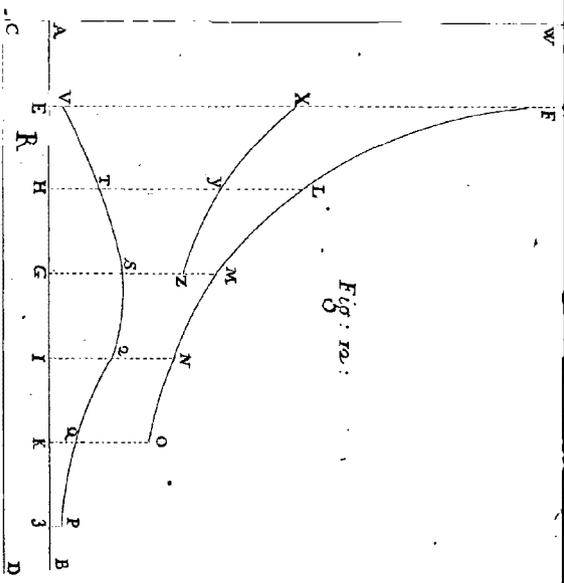


Fig: 13:

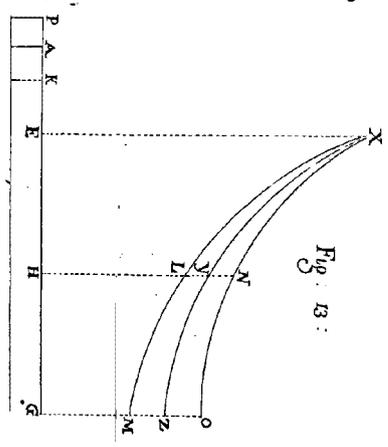


Fig: 14:

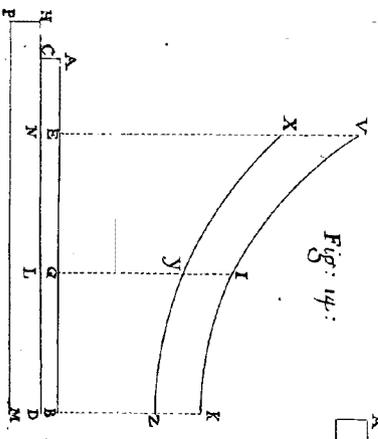
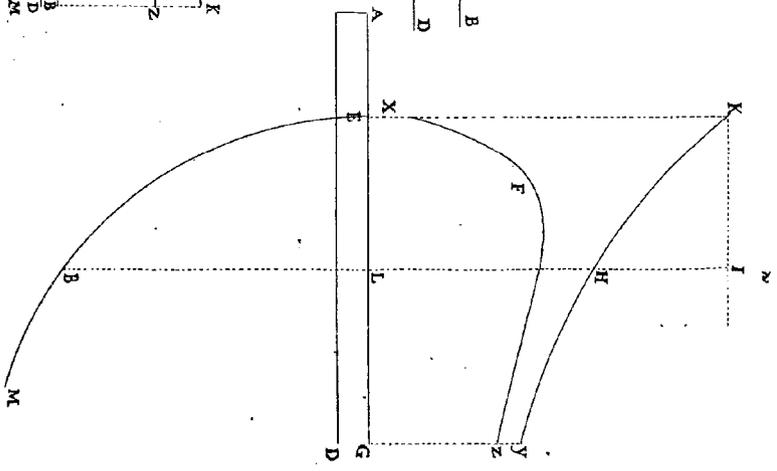
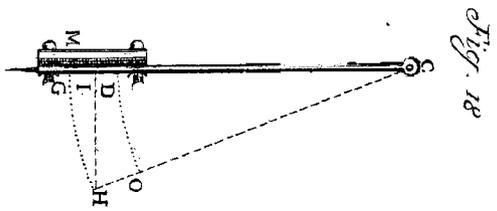
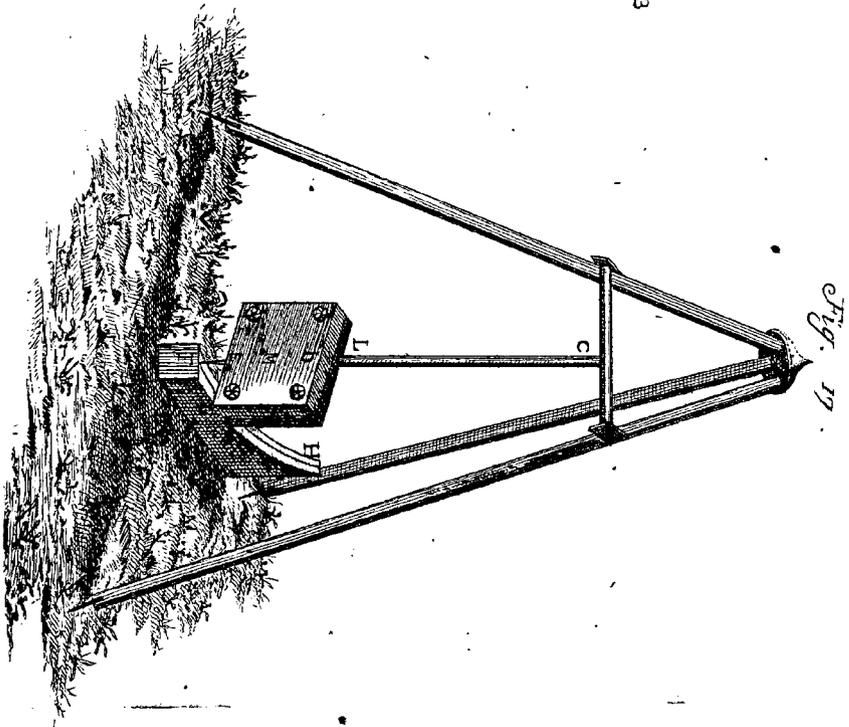
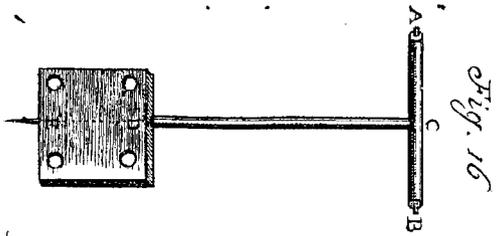


Fig: 15:





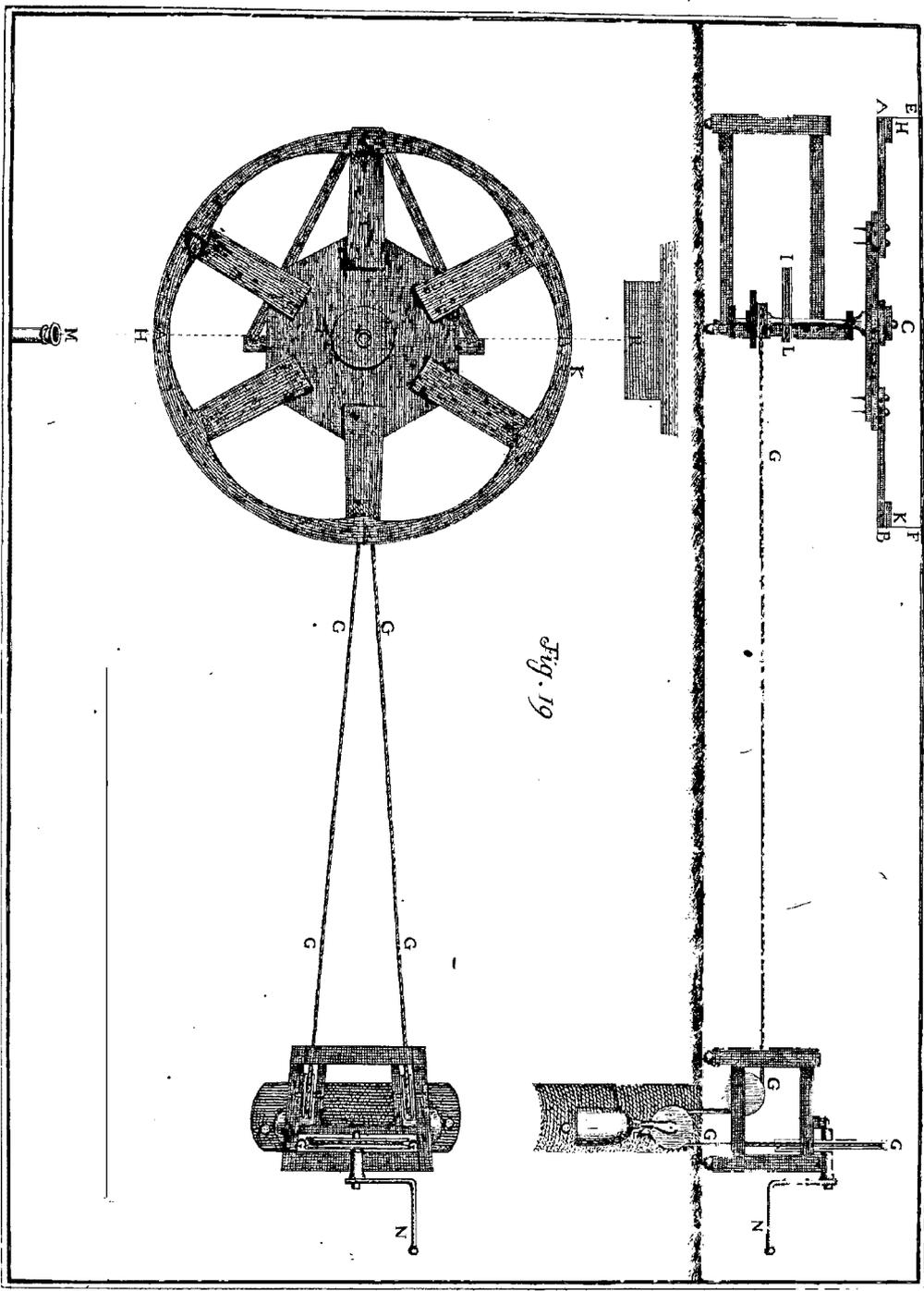
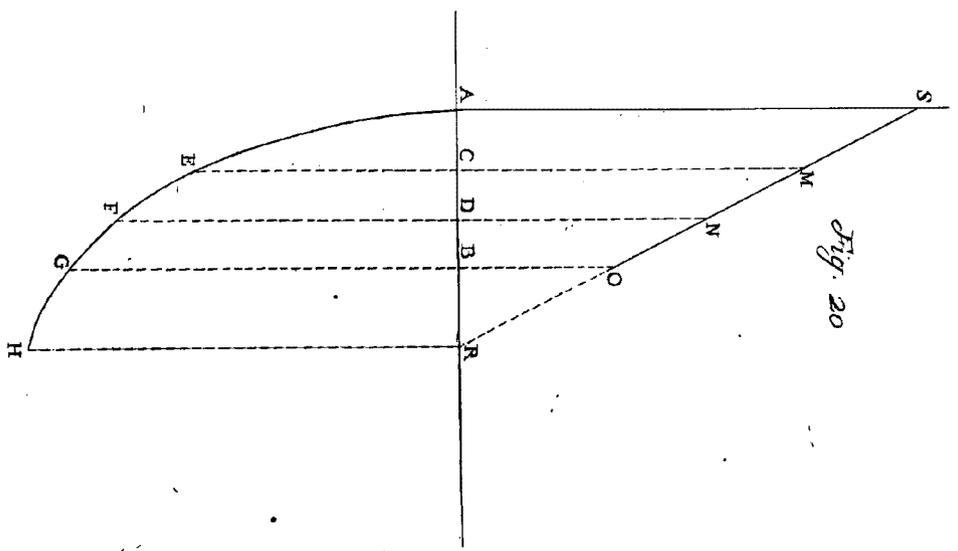
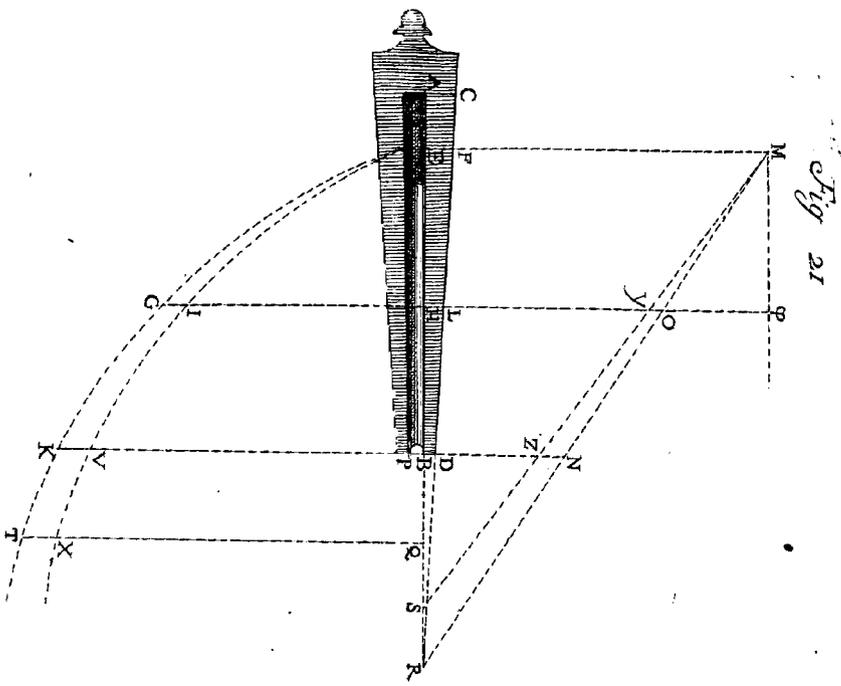


Fig. 19



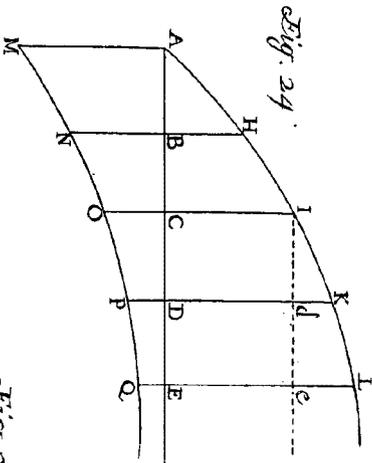
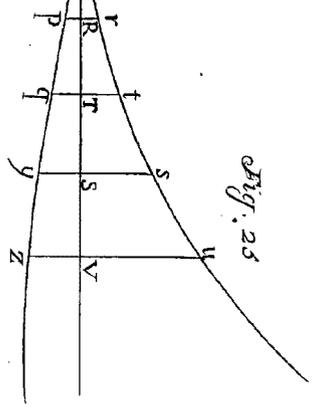
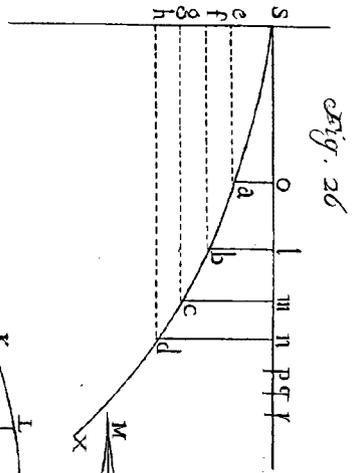


Fig. 23

