Digitalizzato da Google

Digitalizado da Google

21. 4. 163

21. R. 4.

Digitalizzato da Google

FAUIAS de Saint Jouin

1784

E 4

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Montgolfier que l'Europe entiere
Ne saurait assez reverer,
A, des airs franchi la carriere,
Quand l'œil de ses rivaux cherche a la mesurer.

Digitalizzato da Google

DESCRIZIONE

DELLE ESPERIENZE DELLA MACCHINA

AEROSTATICA

DEI SIGNORI DI MONTGOLFIER,

E di quelle, alle quali ha dato motivo questa Scoperta:

SEGUITA

Da Ricerche sopra l'altezza, alla quale giunse il Pallone del Campo di Marte; sopra la carriera da esso tenuta; sopra i differenti gradi di gravità dell'aria negli strati dell'Atmosfera.

Da una Memoria sopra il Gaz infiammabile, e sopra quello impiegato dai Signori di Montgolfier; sopra l'Arte di far le Macchine Aerostatiche, di tagliarle, d'empirle, e sopra la maniera di sciogliere la gomma elastica, ec. ec.

Da una Lettera intorno ai mezzi di dirigere queste Macchine, e sopra i differenti usi, nei quali esser possono impiegate.

Opera corredata di IX. Tavole in rame, rappresentanti le diverse Macchine, che sono state fino a questo giorno fabbricate, particolarmente quella di Versaglies, e quella, in cui furono sollevati uomini fino all'altezza di 324. piedi, ec. ec.

DEL SIGNOR

FAUJAS DE SAINT-FOND.

Traduzione dal Francese.

IN VENEZIA, MDCCLXXXIV.

Alla Stamperia Graziosi si vende.

Con Pubblica Approvazione, e Privilegio Perpetuo.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

DISCORSO
PRELIMINARE.

LA Scoperta dei Signori di Montgolfier ha prodotto nell' Europa una sensazione ben grande; e questa si è incontrastabilmente il frutto del genio: ma finora le circostanze delle belle esperienze, che rispetto a ciò sono state fatte, son sì poco note; e tutto quello, che ne è stato detto, è sì vago, e sovente sì contraddittorio, che le persone dalla Metropoli dilungate sonosi trovate in una incertezza, e in un imbarazzo, che loro non ha permesso di seguire una tanto nuova e tanto interessante carriera.

Colla mira appunto di rimediare a siffatto disordine, e di porgere ai dotti una prova della brama, ch' io nutro di fare alcuna cosa, che loro esser possa piacevole,

Digitalizzato da Google

mi fo tutta la premura di pubblicare dei fatti, ai quali attentamente ho tenuto dietro io medesimo, e ho procurato di non trascurare veruna delle circostanze, che tender potessero a dar dei lumi sopra una tal materia.

Tutte le persone istrutte, e che amano con interesse le Scienze, hanno pienamente compreso il merito di questa Scoperta, ed han renduta giustizia agl' inventori; ma siccome altri non dee promettersi che tutti gli uomini sieno d' un genio stesso e d' una foggia medesima di pensare; ed essendovene di quelli sì sgraziatamente venuti al mondo, che approvar non sanno, se non se ciò che fecero essi medesimi, i Signori di Montgolfier han dovuto incontrare dei gelosi e dei contraddittori. Questi a dir vero sono stati in assai minor numero in un secolo illuminato, di quello stati sarebbero in un tempo, in cui fosservi state meno istruzio-

Digitalizzato da Google

zioni: un solo non ha temuto di pronunziare, *che era più d' un anno, che aveva egli avuto il progetto d' eseguire una Macchina Aerostatica di taffettà intonacato di gomma elastica, ch' ei voleva riempire d' aria infiammabile*. Ma non vi ha scoperta, cui l' ignoranza o la mediocrità non rapisse al genio con servirsi d' un simigliante linguaggio. Alcuni altri di meno rea intenzione, ma nati con uno spirito inquieto, e posseduti dalla manìa di voler togliere ogni specie di scoperta ai lor coetanei, hanno preteso, che i Signori di Montgolfier avevano avuto fra gli antichi autori delle guide, che gli ha diretti, e che l' esperienza loro non è nuova. Provar volendo questi secondi la loro asserzione, sonosi gittati a corpo morto nel vortice dell' erudizione, mettendo sossopra intiere Biblioteche. Hanno essi citato *Leibnizio*, *Lana*, *Borelli*, *il Padre Galiano*, e perfino un manoscritto Spagnuolo, che

Digitalizzato da Google

alla prima fu detto, che esistesse nella Biblioteca del Re, e poi in quella di Turino. Siccome un tal manoscritto non è certamente in Parigi, e non è stata esibita prova alcuna, che esistesse nella Biblioteca del Re di Sardegna; e quello, che più di tutt'altro dee fare specie, siccome non si è detta pur una semplice sillaba del suo contenuto, è inutile il farne altre parole. Rispetto poi al Borelli e al Leibnizio, anzichè dare idee sul modo di sollevarsi, sì l'uno che l'altro asserirono ciò non poter seguire.

Il Lana e il P. Galiano son degni di maggior attenzione. Essendo il libro di questo primo Autore sommamente raro, io esporrò alcune circostanze intorno al suo soggetto: riferirò altresì alcuni passi curiosi del Padre Galiano, la cui opera è caduta nell' obblìo, tuttochè non sia senza merito il frutto d'una viva e sistematica immaginazione.

Il

Digitalizzato da Google

Il Gesuita Pietro Francesco Lana Bresciano pubblicò l' anno 1670. un' opera Italiana intitolata *Prodromo dell' arte maestra . Brescia* 1670. *nella Stamperia del Rizzardi*, in foglio con dei Rami. Questo libro è sommamente raro, e l' esemplare da me consultato è quello della Real Biblioteca (*).

Nel Capitolo VI. leggesi il progetto di *fabbrica d' una Nave , che doveva sostentarsi , e viaggiare in aria a vela e a remi.*

Gli agenti principali d' una tal macchina consistevano in quattro Sfere, o sieno Globi, in cui doveva esser prodotto il perfetto voto . Il loro diametro era di 20 piedi; la loro superficie, secondo i

(*) Sebbene la Biblioteca fosse chiusa a motivo delle Vacanze , il Sig. Abate d' Aulnays , che sagrifica il suo riposo al più dilicato esercizio del suo impiego , e al vantaggio delle scienze , ha ben voluto prestarsi a tutte le ricerche , le quali potevano interessarmi .

Digitalizzato da Google

calcoli dell' Autore, 1232 piedi, e la loro solidità di piedi 5749 $\frac{1}{3}$ Ma oltre non essere siffatte proporzioni esatte, la sua maniera d' operare il voto è in estremo difettosa; conciossiachè esigesse perciò di riempiere i palloni d'acqua, di gonfiarli, e di chiudere immediatamente il galletto, o fontanella, per cui doveva uscir l'acqua. Finalmente il P. Lana, non dando alla grossezza del suo rame se non se $\frac{3}{68}$ di linea, veniva a rendere assolutamente impossibile l' esecuzione dei suoi Globi. Quindi il Leibnizio, che comentò un tal progetto, conclude con ragione, dalla eccessiva tenuità di tale inviluppo, che la cosa non poteva effettuarsi: *quod fieri nequit*.

Siccome l'incisione, che accompagna l' opera dell' *Arte Maestra*, rappresenta quattro palloni, che sostengonsi in aria, e che per mezzo di corde sostengono un navicello con una vela, le persone, che trova-

Digitalizzato da Google

varonsi a portata d' osservare quella tavola, senza leggere il testo, non mancarono di concludere, che i Signori di Montgolfier altro non fecero che copiare il P. Lana: ma ora si rileva, che la loro scoperta nulla affatto è analoga alle idee dell' Italiano Gesuita.

Non essendo l' Opera del P. Lana fra le mani d' ognuno, ho creduto, che vedrebbesi con piacere la forma del suo navicello sostenuto da Globi, e questo appunto mi ha indotto a farlo incidere. Veggasi la tavola IX. fedelissimamente copiata da quella di questo Autore.

Il P. Giuseppe Galiano, o Galien, Domenicano Emerito Professore di Filosofia e di Teologia nell' Università d' Avignone, pubblicò l' anno 1755. in *Avignone presso il Librajo Fez* un Opuscolo in 12. piccolo intitolato: *L' Arte di navigare per l' aria; trattenimento fisico e geometrico, preceduto da una Memoria so-*

pra

Digitalizzato da Google

pra la natura e la formazione della gragnuola.

Questo libretto, di cui fu fatta una seconda edizione dallo stesso Librajo l' anno 1757. e che fino ai dì nostri era stato considerato nulla più che un delirio d' immaginazione, è divenuto interessante dopo la scoperta dei Signori di Montgolfier; e io mi fo a credere, che i lettori saranno paghi di vederne quì alcuni passi.

„ Eccoci dunque giunti, dice il P. Galiano, al momento della fabbrica del nostro Vascello per navigare nell' aria, e di trasportare, qualor ci aggradi, un numeroso esercito, con tutti i suoi marziali attrezzi, e con le sue provvigioni da bocca, fino nel centro dell' Africa od in altri non meno incogniti paesi. Per tal effetto forz' è dargli un' ampia capacità; ma ciò che monta? non costerà di più, dacchè noi nol fabbricheremo che in idea."

„ Quanto più grande questo sarà,

mag-

Digitalizzato da Google

maggiore ne sarà assolutamente la gravità; ma la medesima ne sarà altresì minore respettivamente all' enorme sua grandezza, siccome comprenderlo possono coloro, che hanno alcuna geometrica tintura, e i quali sanno, che quanto più grande è un corpo, tanto minore a proporzione ha la sua superficie, tuttochè ne abbia assolutamente di più. "

„ Noi fabbricheremo questo Vascello, di buona e forte tela raddoppiata, incerata a dovere, o impeciata, coperta di pelle, e fortificata di distanza in distanza con buoni cordami, od anche di gomene, nei luoghi, che ne abbisogneranno sì interiormente, che al di fuori, sicchè a valutare la gravità di tutto il corpo di questo Vascello, indipendentemente dal suo carico, venga ad essere all' incirca due quintali per pertica quadrata. "

„ Quanto alla forma, che converrà dare a questo Vascello, avremo tutto l' agio

di

Digitalizzato da Google

di pensarvi, innanzi di por mano al lavoro: contentiamoci per ora d'esaminare, se un Vascello di figura cubica, avente a cagion d'esempio un diametro di 1000 pertiche, il cui solo corpo, indipendentemente dal suo carico, pesasse 200 libbre, o due quintali per pertica quadrata, potesse sostentarsi in aria nella regione della gragnuola, supposto che la gravità dell'aria di quella regione sia a quella dell'acqua come 1 è a 1000, e che la gravità dell'aria della regione immediatamente superiore, non sia a quella dell'acqua se non come 1 è a 2000. "

„ Il Vascello sarebbe più lungo e più largo della Città d'Avignone, e la sua altezza assomiglierebbesi a quella d'assai considerabil montagna. Un solo dei suoi lati conterrebbe un milione di pertiche quadrate; poichè 1000 è la radice quadrata d'un milione. Avrebbe sei lati uguali, posciachè noi gli diamo una cubica

Digitalizzato da Google

ca figura. Noi supponghiamo altresì, che fosse coperto; imperciocchè se nol fosse, non converrebbe aver riguardo se non se a cinque dei suoi lati, per misurare quanto pesasse il corpo di tutto il Vascello indipendentemente dal suo carico, dandogli due quintali per pertica quadrata. Avendo adunque sei lati uguali, ed essendo ciascun lato d' un 1000000 di pertiche quadrate, ciascuna delle quali pesando due quintali, ne segue, che il solo corpo di questo Vascello verrebbe a pesare 12000000 di quintali, peso enorme più di dieci volte maggiore di quello fosse il peso dell' Arca di Noè con tutti gli animali, e con tutte le provvigioni, che conteneva. "

Quì il P. Galiano interrompe questi dettagli per calcolare il peso di quell' Arca celebre, e questo episodio lo dilunga per qualche tempo dal suo Vascello. Ma finalmente vi ritorna, e così prosiegue il suo racconto.

„ Ec-

Digitalizzato da Google

„ Eccoci adunque imbarcati nell' aria con un Vascello d' un peso orribile. Come potrà egli sostenervisi, e quindi trasportare un esercito numeroso, con tutti i suoi attrezzi militari, e con le sue provgioni da bocca, fino al più dilungato paese? Questo è ciò, che ci facciamo ad esaminare. "

„ La gravità dell' aria della regione, sopra cui noi stabiliamo la nostra navigazione, essendo supposta a quella dell' acqua come 1 a 1000, e la pertica cubica d' acqua pesando 15120 libbre, ne segue, che una pertica cubica di quell' aria verrà a pesare intorno a 15 libbre, e 2 once, e quella della region superiore essendo più leggiera della metà, la pertica cubica non arriverà a pesare più di 7 libbre e 9 once incirca. Quest' aria sarà quella, che empierà la capacità del Vascello: per tal ragione noi la denominiamo l' aria interna, che peserà realmente sul fondo del

Digitalizzato da Google

del Vascello a ragione di 7 libbre, e 9 once per pertica cubica; ma l'aria della regione inferiore le resisterà con una forza doppia; di modo che questa non verrà a consumare se non se la metà della sua forza per contrabbilanciarla, e gliene resterà ancora la metà per contrabbilanciare e sostenere il Vascello con tutto il suo carico. "

„ Il Vascello, che in idea abbiamo lanciato sopra la regione della gragnuola, è di figura cubica: mille milioni di pertiche cubiche pesanti ciascuna d' esse 7 libbre, e 9 once fanno 7562500000 libbre, oppure 75625000 quintali. Adunque il nostro Vascello si sosterrà nella regione, in cui l'abbiamo collocato, purchè col suo carico non pesi più di 75625000 quintali. Ma perchè per navigare senza evidente pericolo bisogna che il Vascello sollevi i suoi bordi fino a una data altezza sopra il suo fluido, altramenti alla me-

no-

Digitalizzato da Google

noma scossa il fluido vi entrerebbe, e lo farebbe affondare ; alleggeriamo il nostro Vascello di 5625000 quintali , nè gli lasciamo per tutto il suo peso col suo carico che soli 70000000 quintali. Per mezzo di tale alleggerimento , il quale sarebbe alquanto più della duodecima parte di tutto il peso , questo Vascello alzerebbesi oltre 83 pertiche sopra il livello della regione della gragnuola , sopra cui navigherebbe . "

„ Chi di 70000000 quintali toglie 12000000 quintali , che peserebbe il solo corpo del Vascello, restano ancora pel suo carico 58000000 quintali, lo che trascenderebbe 54 volte quello , che poteva pesare l' Arca di Noè con tutto il suo carico d' animali e di provvigioni per un anno, in cui durò il diluvio... Quand' anche entrassero nel nostro Vascello quattro milioni di persone, ciascuna delle quali del peso di tre quintali, peso superiore a quel-

Digitalizzato da Google

a quello del peso comune degli uomini, e che permettessimo a ciascheduna di queste persone l'aver seco 9 quintali fra provvigioni e merci, tutto questo formerebbe soltanto quarantotto milioni di quintali. Ancora dunque mancherebbero per l'intiero suo carico dieci milioni di quintali. "

„ Io pertanto comprendo, che non sarebbe necessario il fabbricare per la nostra aerea navigazione vascelli di grandezza sì prodigiosa. "

„ Quanto alla forma, che dar converrebbesi a questi vascelli, sarebbe certamente assai differente da quella, di cui abbiamo parlato. Sarebbervi parecchie cose da aggiungere, o da riformarsi per renderli comodi, e molte precauzioni da prendersi per ovviare agli sconcerti: ma queste son cose, le quali noi lasciamo alle sagge riflessioni degli abili nostri Macchinisti. "

„ Del rimanente questa navigazione non sarebbe tanto perigliosa, quanto altri po-

Digitalizzato da Google

trebbe immaginarselo: forse lo sarebbe meno di quella del mare. In questa tutto è perduto, allorchè s'affonda la nave, dove seguendo il caso stesso in quella, altri troverebbesi dolcemente posto in terra, con grandissimo gusto di coloro, che fossero annojati di vogare fra il cielo e la terra, e che piuttosto amerebbero di venire a narrarci ciò che avesser veduto accadere in quell' eminente paese delle nuvole, che continuare il loro tragitto. "

„ Calando quaggiù il Vascello, porterebbesi con un'agiatezza, che nulla temer farebbe di funesto per le persone imbarcatevi, opponendosi la vasta estensione dell' aria sottoposta alla velocità di sua caduta. Oltredichè un tal Vascello, anche dopo d'essersi sommerso, e ripieno d'aria grossolana, mai non arriverebbe a pesare più d'un terzo d'un simil volume di quell' aria. Questo adunque porterebbesi a terra più lentamente di quello far possa la più leg-

Digitalizzato da Google

leggiera penna, poichè questa penna, ad onta di sua leggerezza, pesa gran numero di volte più dell'aria in pari volume, e per conseguenza molto più a porporzione delle masse, che non farebbe il nostro Vascello sommerso. "

Io mi sono lasciato strascinare insensibilmente a quì trascrivere tutto quello, che di più osservabile ha scritto il P. Galiano intorno alla fabbrica e all'uso del suo Vascello. Confesso di buona fede, che questa specie di filosofico sogno, che finora era passato pel più completo delirio, ha in questo momento alcun che di curioso e d'interessante, che innamora.

L'idea di questo Vascello d'un'immensa capacità, formato con un inviluppo di tela, o di cuojo, e pieno d'un'aria una volta più leggiera dell'aria atmosferica, offre una specie di rapporto, che sino a un dato segno avvicinasi all'esperienza della Macchina Aerostatica; e l'interesse, che

Digitalizzato da Google

si è preso alla scoperta dei Sigg. di Montgolfier, influisce vantaggiosamente sopra l' ardita, ma ingegnosa Teoria del Professore Domenicano.

Egli è incontrastabile, supponendo che i Sigg. di Montgolfier abbiano avuto contezza di questo libro, che non ne han quindi potuto ritrarre veruno dei mezzi analoghi a quelli, che hanno impiegato. Il P. Galiano, avendo bisogno d' un' aria più leggiera dell' aria atmosferica, non poteva trovarla se non se nella regione della gragnuola, dove trasportava il suo Vascello sull' ale dell' immaginazione per prendervi delle provvigioni di quell' aria. I Signori di Montgolfier per lo contrario cercando un' aria così leggiera, sanno crearla, e la producono a piacimento. Il primo, simile a Cirano di Bergerac, viaggia nell' impero delle Chimere: (*) gli altri due illu-

mi-

(*) Una prova, che il P. Galiano con dare il suo Trat-

Digitalizzato da Google

minati dalla fiaccola del genio, calcolando nuove forze, e dirigendole con metodo, cominciano con un' esperienza fatta per istordire lo spirito umano.

Il Sig. de la Folie di Ruano Autore d' un Romanzo filosofico pubblicato l' anno 1775 in 8 sotto il titolo, *Il filosofo senza pretensione, o l' uomo raro*, fece collocare alla testa del suo libro una stampa in rame rappresentante un uomo in una specie di gabbia guarnita di nuvole, coronata da due Globi, e sospesa in aria. Molti, che si contentarono d' osservar la stampa, senza legger l' opera, non man-

Trattato sopra l' *Arte di navigar per l' aria*, non aveva mai preteso di fare un' opera seria, si è, ch' ei s' esprime in un Avvertimento, che è in fronte al suo libro, così: „ Quanto all' ulterior conseguenza di poter navigare nell' aria all' altezza della regione della grandine, non credo, che ciò esponga mai alcuno alle spese ed ai pericoli di tal navigazione. Quì non si tratta che d' una semplice Teoria, *soltanto per modo di fisica e geometrica ricreazione*.

Digitalizzato da Google

carono di spargere, che questo nuovo carro volante aveva dato ai Sig. di Montgolfier l'idea della Macchina Aerostatica; ma osservando i passi del libro dell' Accademico di Ruano vedremo incontanente, come la sua maniera di fabbricar Globi, e di dirigersi in aria, non ha assolutamente il menomo rapporto coi dotti metodi dei Sig. di Montgolfier.

L'Autore del Romanzo, dopo d'aver messo in iscena diversi interlocutori, ne fa parlare uno, cui ei denomina *Scintilla*, alludendo all' Elettricità nella maniera seguente.

„ Ho creduto di non dover differire un solo momento a parteciparvi una scoperta interessante. Da gran tempo cercarono gli uomini con quali meccaniche leggi superar potessero gli aerei spazii. Io mi lusingo di potervi ora offrire la riuscita delle mie ricerche. Eccola, egli dice: Due schiavi han portato il mio apparecchio sul piano del nostro Campanile: colà rechiamoci

Digitalizzato da Google

moci anche noi. " Dodici saggi testimonii di questo discorso trasferisconsi al luogo indicato, e uno d'essi, dopo d'aver sapientemente ragionato sopra la forza e il dilungamento delle leve, passa alla descrizione della Macchina con i termini seguenti. „ Io vidi due Globi di vetro di tre piedi di diametro, montati sopra una picciola sedia molto comoda. Quattro montanti di legno, coperti di lame di vetro, sostenevano questi due Globi. Nell'intervallo di questi montanti comparivano alcune molle, ch'io giudicai, che dovesser dare il moto ai due Globi. Il pezzo inferiore, che serviva di sostegno e di base alla sedia, era un tavolone intonacato di canfora e coperto di foglie d'oro. Il tutto era circondato di filo di metallo. Tosto ch'io ebbi scorta questa Macchina elettrica d'una nuova forma, divenni incredulo sopra la riuscita di Scintilla. "

„ Scintilla, il cui corpo era lesto quan-

Digitalizzato da Google

to l'immaginazione, monta con isveltezza sulla sua Macchina, e spingendo prontamente un ritegno, vedemmo i due Globi raggirarsi con una prodigiosa rapidità. Signori, egli disse, voi vedete, che per sollevarmi in aria, il mezzo mio principale si è d'annullare sopra la mia testa la pressione dell'atmosfera. Osservate come la percussione della luce agisce attualmente sotto la mia Macchina. Dessa è, che mi solleva senza molti sforzi; e padrone del movimento de' miei Globi, io scenderò, ed ascenderò, con quella tal proporzione, che sarà di mio piacimento. Voi vedete ancora.... Ma più noi non l'intendevamo; la sua Macchina in un subito circondata da un cerchio luminoso erasi sollevata con somma velocità. Mai non presentossi agli occhi nostri spettacolo sì nuovo e sì vago. Lo vedemmo per qualche tempo restar iimmobile, indi di nuovo scendere, poi nuovamente sollevarsi.

Digitalizzato da Google

varsi. Finalmente lo perdemmo di veduta." Cap. III. pag. 28. e seg.

Vedesi chiaramente da quanto ho riferito, che non si tratta nella Macchina immaginaria e romanzesca del Sig. de la Folie, nè d'invenzione, nè di metodo, che abbia potuto dar lumi agli Autori della Macchina Aerostatica.

Finalmente è stato detto, che il Sig. Cavallo in Londra, dopo d'aver fatto delle vesciche di sapone con dell'aria infiammabile, aveva concluso dall'estrema loro leggerezza, e dalla loro tendenza a sollevarsi, che potrebbesi, dando all'aria infiammabile un solido ed impenetrabile inviluppo, far sostenere in aria corpi considerabili; ma noi vedremo altresì dalla testimonianza d'un amico dello stesso Sig. Cavallo fino a qual segno quel Fisico inoltrasse le sue prove sopra l'aria infiammabile. Dal Sig. Broussonet abilissimo Naturalista, e che vide operare il Sig. Caval-

Digitalizzato da Google

vallo, io ho avuto i dettagli, che ora quì riferisco.

„ L'anno 1781. il Sig. Cavallo aveva già fatto sollevare delle bolle d' acqua di sapone piene d'aria infiammabile: una tale esperienza avevagli fatto vedere la possibilità di far sollevare in aria corpi considerabili. Ei fece un sacco bislungo della larghezza di tre in quattro piedi di carta fina; ma ei rimase molto sorpreso in veggendo, quando volle riempierlo, che il Gaz infiammabile passava attraverso la carta. Ei tentò dipoi d' empiere del Gaz medesimo delle vesciche di porco, che non potè mai ottenere di rendere bastantemente leggiere. Le vesciche di pesce, che parimente impiegovvi, trovaronsi nel caso stesso. Allora era egli persuaso di poter riuscire facendo una borsa con una specie di pelle, della quale servonsi i Battiloro incollate, l' une con l' altre; ma io non credo, che mai egli eseguisse un tal pro-

Digitalizzato da Google

progetto: quindi, tuttochè persuaso della possibilità di far sollevare in aria dei corpi per mezzo dell' aria infiammabile, ei non ottenne l' intento che con le bolle di saponata. (*) Quand' anche i Sigg. di Montgolfier avessero avuto contezza di queste esperienze, la qual cosa non sembra gran fatto probabile, non potrebbesi in verun modo contrastare ai medesimi il ti-

(*) L' idea d' impiegar la pelle, di cui servonsi i Battiloro, erasi presentata a Londra al Sig. Cavallo; ma veggiamo, che non fu eseguita. Il Dechamps Pittore, il quale certamente non sapeva ciò, che avesse potuto fare il Sig. Cavallo, immaginò, dopo la scoperta dei Signori di Montgolfier, di fare dei Globi di carta, i quali meglio non ritennero l' aria infiammabile di quelli fatti in Londra: dipoi si servì di pelle d' intestino di bue, e i suoi palloni si sollevarono. Alcuni giorni prima, che il Sig. Dechamps facesse conoscere la materia, che adoprava, il Sig. Marchese d' Arlandes, che felicemente coltiva molte parti della Fisica, erasi già munito della pelle medesima dei Battiloro per fare somiglianti palloni, e ne fece eseguir parecchi per suo divertimento, i quali veramente non si videro se non dopo quelli del Sig. Dechamps.

Il Sig. Tètu, giovine Fisico, ne fabbricò pure degli ele-

Digitalizzato da Google

titolo d'Inventori, poichè l'aria, ch' essi hanno impiegato, non è la stessa, e la Macchina, che hanno fatta, è d'una natura affatto differente da tutto quello, che tentato aveva sopra questo soggetto il Sig. Cavallo."

Ecco, per mio avviso, quanto basta per tale oggetto. Mi rimane da dire una parola intorno all'Opera, ch'io pubblico. Il poco tempo, che ho avuto per ordinare

le

---

eleganti, e quest'esempio seguirono il Sig. Bayer ed altre persone. Due secoli prima Giulio Cesare Scaligero disputando contro Cardano sopra la Colomba volante d'Archita, e dando il modo, con cui ei credeva, che eseguir si potesse una simil Colomba, propone come un punto essenziale il far uso della pelle dei Battiloro. Merita d'esser quì riferito ciò, ch'egli scrisse intorno a tal soggetto.

„ Volanti columbæ maniculum, cujus auctorem Architam tradunt, vel facillime profiteri audeo. Naviculum sponte mobilem, ac sui remigii auctorem, faciam nullo negotio. Eadem ratio cum volante avicula. Materia ex junci medulla parabilis *vesiculis amicta*, *aut pelliculis*, *quibus auri bracteores*, *atque foliatores*, (sic enim libet nunc) *utuntur*, nervulis obvoluta, ubi semicirculus rotam impulerit, motum præstabit aliarum, quibus alæ agitabuntur &c. *Scaliger de Subtilitate ad Cardanum Exercit.* 326.

Digitalizzato da Google

le mie osservazioni, mi obbliga ad implorare da' miei leggitori la maggiore indulgenza.

Ho creduto, che la miglior maniera di far conoscere le esperienze Aerostatiche fatte fino a questo momento, fosse il descriverle coll' ordine e nell' epoche, in cui seguirono, principiando da quella d' Annonay dei 5 di Giugno 1783 che fissa la data di questa bella Scoperta.

Ho descritto gli apparecchi, dei quali fu fatto uso per queste diverse esperienze, e mi son applicato a far note quelle, che sonomi sembrate più vantaggiose per isviluppare i Gaz; lo che di necessità mi ha posto in dovere di far parola dell' aria infiammabile, e della specie di vapore, di cui empiono la loro Macchina i Signori di Montgolfier.

Siccome diverse persone hanno mostrato desiderio di conoscere la maniera più semplice e più comoda per fabbricar Globi d' ogni grandezza di taffettà, o di te-

la,

Digitalizzato da Google

la, e di dare ai medesimi un' esatta forma sferica, quindi io sono entrato in alcuni dettagli sopra tal soggetto.

Essendo il Gaz infiammabile, e la specie di vapore, che fa sollevar le Macchine Aerostatiche dei Sigg. di Montgolfier, le sole emanazioni note fino al presente, come le più atte a compiere un tal oggetto, e come quelle, alle quali dobbiam dare la preferenza, ho fatto intorno a simile materia alcune ricerche.

Il poco tempo, che ho avuto, e che quasi sempre è stato interrotto da quello, che è stato necessario d'impiegare in diverse esperienze, che sono state fatte, e ch'io mi son fatto il piacere d'attentamente osservare, non avendomi permesso, che di sbozzare, per così dire, quest'Opera, ardisco di promettermi, che le persone, dalle quali questa sarà letta, vorranno degnarsi d'aver riguardo alle circostanze, in cui mi son trovato, ed alla pre-

mu-

Digitalizzato da Google

mura, che mi son fatto di secondar la brama dal Pubblico dimostrata di goder sollecitamente di quanto è stato finora operato rispetto alle esperienze indicate.

Ne saranno i leggitori compensati da nna interessante Lettera direttami dal Sig. Meusnier Ufiziale del Genio, nella quale rileverannosi le più dotte Osservazioni sopra il Pallone del Campo di Marte, dall' istante della sua ascensione, fino a quello della sua caduta in *Ecouen* presso a Gonessa. Racchiude questa Lettera delle particolarità istruttive intorno alla gravità dell'aria, e sopra i differenti strati dell' atmosfera.

Ho pur creduto dicevole il fare stampare una Lettera, che mi è stata indirizzata da un Anonimo. Le persone, cui una tale scoperta interessa, vi troveranno alcune sistematiche vedute intorno al partito, che può ritrarsi dalle Macchine Aerostatiche, e intorno all' arte di dirigerle.

Finalmente ho unito al presente Libro

di-

Digitalizzato da Google

diverse Tavole disegnate al naturale con estrema esattezza, e che daranno una precisa idea delle esperienze, che sono state fatte, e delle Macchine, che furonvi impiegate.

Siccome si pensa a fare senza ritardo delle nuove esperienze in Parigi, e che vi ha il progetto di tentarne una in Lione, con una Macchina Aerostatica del diametro di cento piedi sotto la direzione del Sig. di Montgolfier il maggiore, mi farò premura di dar contezza con un Supplemento del risultato di queste diverse esperienze. Per altra parte due Accademici della Real Società di Londra, ed alcuni Dotti di Pietroburgo e di Firenze, essendosi compiaciuti di farmi sapere, ch' io verrei con somma esattezza informato di quanto sarà in tale occasione in queste due Capitali eseguito, mi farò un dovere di pubblicare a un tempo stesso tutto quello, che mi verrà comunicato, intorno a queste diverse esperienze.

Digitalizzato da Google

ESPERIENZA

Fatta in Annonay nel Vivarese a' 5 di Giugno 1783, dai Sigg. di Montgolfier.

I Signori Stefano e Giuseppe di Montgolfier proprietarii d' una delle belle manifatture di carta in Annonay nel Vivarese, nati col gusto delle utili cognizioni, e dotati d' un genio osservatore, impiegavano l' ozio loro nello studio della Fisica. Dopo d' aver lungamente meditato sopra l' ascensione dei vapori nell' atmosfera, dove unisconsi per formare delle nuvole, le quali, malgrado le loro masse e la loro gravità, sostengonsi non solo a grandi altezze, ma eziandio galleggiano e viaggiano a grado dei venti, scorsero la possibilità d' imitar la Natura in una delle sue maggiori e più maestose operazioni.

Fino d' allora concepirono l' ardita idea di formare con l' ajuto d' un vasto invilup-

Digitalizzato da Google

po e d'un leggiero vapore una specie di nuvola artefatta, che dalla sola gravità dell'aria atmosferica sarebbe forzata a sollevarsi fino alla regione, in cui nascono gli oragani e le tempeste. La sola idea di siffatto progetto necessariamente suppone del genio, del coraggio la sua esecuzione, e una testa per siffatto modo organizzata da rinvenir dei ripieghi per superare i molti ostacoli, che circondar dovevano un'impresa di tal natura.

Vi ha distanza grande certamente fra un'esperienza di gabinetto, per quanto delicata ed ingegnosa esser si possa, e quella, in cui forz' è, che l' uomo combini dei mezzi per imitar la Natura in una operazione non per anche da veruno tentata; conciossiachè tutto quello, che fino allora era stato fatto per sollevarsi in aria, non essendo fondato, che sopra falsi calcoli, o sopra chimeriche pratiche, non era andato a terminare se non se a render meritamente ridicoli coloro, che ostinavansi a prender la strada al vero scopo la più opposta.

I Signori di Montgolfier diretti da principii migliori, dopo d'aver riflettuto profon-

Digitalizzato da Google

fondamente sopra il progetto, che occupavali, dopo d' essersi renduta familiare quella grande idea, dopo finalmente d' aver uniti i mezzi della sua esecuzione, osarono di fare la prima loro prova in una Città, in cui pareva che mancassero i soccorsi tutti dell' Arte.

Il giovedì 5 di Giugno 1783 l' Assemblea degli Stati particolari del Vivarese trovandosi in Annonay, fu invitata dagli Autori della Macchina Aerostatica ad assistere all' Esperienza, ch' essi avevano risoluto di fare in pubblico.

Quale si fu mai la sorpresa dei Deputati, qual fu quella degli Spettatori, allorchè videsi nella pubblica piazza una specie di Pallone della circonferenza di cento dieci piedi, rattenuto dal suo polo inferiore sopra un telajo di legno avente una superficie di 16. piedi! Questo vasto inviluppo e il suo telajo pesavano cinquecento libbre, e poteva contenere ventidue mila piedi cubici di vapore. (*)

(*) E' questa la Nota comunicatami dal Sig. Montgolfier il Minore. — La Macchina Aerostatica, la cui Esperienza fu fatta davanti ai Signori degli Stati par-

Digitalizzato da Google

Qual fu la sorpresa, lo stordimento universale, allorchè gl' Inventori d' una tal Macchina annunziarono, che tosto che la medesima fosse piena d'un Gaz, che essi ave-

---

particolari del Vivarese il giovedì 5 di Giugno 1783, era fabbricata di tela foderata di carta, cucita sopra una reticella di spago fissata nelle tele. Essa era a un di presso di forma sferica, e la sua circonferenza era di cento dieci piedi: un telajo di legno di 16 piedi quadrati tenevala fissata nella parte inferiore. La sua capacità era di 22000 piedi cubici incirca. Essa pertanto supponendo la media gravità dell' aria come $\frac{1}{800}$ della gravità dell' acqua, trasportava una massa d' aria di 1980 libbre.

La gravità del Gaz era a un dipresso la metà di quella dell' aria, poichè pesava 990 libbre; e la Macchina col telajo pesava 500 libbre. Restavano adunque 490 libbre di rompimento d' equilibrio, lo che si è rilevato conforme all' Esperienza. I differenti pezzi della Macchina erano uniti da semplici bottoniere fermate con bottoni: due uomini bastarono per montarla, e per empierla di Gaz: ma otto ve ne vollero per rattenerla, e non lasciaronla che a un dato segnale: sollevossi essa con un moto accelerato, ma meno rapido sul fine della sua ascensione, fino all' altezza d' intorno a 1000 pertiche. Un vento a mala pena sensibile verso la superficie della terra la portò a una distanza di 1200 pertiche dal punto della sua partenza. Rimase in aria 10 minuti: la perdita del Gaz uscito per le bottoniere, per li fori degli aghi, ed altre imperfezioni della Macchina, non le permise di restarvi di più. Il vento nel momento della Esperienza era al mezzodì, e pioveva: la Macchina calò sì dolcemente, che non ruppe nè i pali, nè le scalate della vigna, sopra i quali andò a posare.

Digitalizzato da Google

avevano il mezzo di produrre a loro senno col più semplice metodo, sollevarebbesi per se stessa fino alle nuvole! In tal caso forz' è convenire, che ad onta della fidanza, che avevasi nei lumi e nella saviezza dei Sigg. di Montgolfier, sembrava tanto incredibile una tale Esperienza a coloro, che eran per esserne i testimonii, che le persone più istrutte, e quelle stesse, che n' erano più favorevolmente prevenute, dubitavano, quasi senza bilanciare, della sua riuscita.

Finalmente i Sigg. di Montgolfier pongon mano all' opera, procedono allo sviluppo dei vapori, che debbon produrre il fenomeno: allora la Macchina, la quale presentava soltanto un inviluppo di tela foderato di carta, una specie di sacco gigantesco alto trentacinque piedi, depresso, tutto pieghe, e vuoto d'aria, si gonfia, ingrossa a vista d' occhio, prende della consistenza, acquista una bella forma, stendèsi in tutti i punti, fa sforzo per sollevarsi: vigorose braccia la rattengono, e dato il segnale, parte e si slancia nell' aria rapidamente, ove l'accelerato movimento la porta in meno

Digitalizzato da Google

di dieci minuti ad un'altezza di mille pertiche.

Essa allora descrive una linea orizzontale di sette mille dugento piedi, e siccome perdeva considerabilmente il suo Gaz, calossi lentamente a questa distanza, e certamente sarebbesi sostenuta per più lungo tempo nell' aria, qualora si avesse avuto la facilità d' introdurre nella sua esecuzione quella solidità e quella esattezza, ch' essa richiedeva; ma lo scopo era ottenuto, e questo primo tentativo, da sì felice riuscita coronato, merita per sempre ai Signori di Montgolfier il vanto d' una delle più prodigiose scoperte.

Per poco, che altri facciasi a riflettere sopra le difficoltà innumerabili, che offriva una sì ardita Esperienza, sopra l' amara critica, alla quale essa esponeva i suoi Autori, se qualche accidente l' avesse fatta abortire, sopra le spese, che ha cagionate, non si può fare a meno d' avere una somma ammirazione per gli Autori della Macchina Aerostatica.

ESPE-

Digitalizzato da Google

ESPERIENZA

Fatta in Parigi nel Campo di Marte il dì 27 d' Agosto 1783 alle ore 5 della sera con un Pallone di taffettà intonacato di gomma elastica, pieno d' aria infiammabile estratta dal ferro.

Appena ebbesi contezza in Parigi dei dettagli della bella Esperienza dei Signori di Montgolfier, gli amatori della Fisica, senza perdere un istante, pensarono al progetto di ripeterla. Il Processo-Verbale disteso dagli Stati particolari del Vivarese, di pari che le Lettere venute da Annonay, non parlavano della specie di Gaz, che eravi stato impiegato: sapevasi soltanto, come il vapore, del quale eransi serviti i Signori di Montgolfier, era una volta più leggiero dell' aria atmosferica. Non istentarono adunque i Fisici a comprendere, che trattavasi d' un Gaz differente dall' aria infiammabile, che è dieci volte più leggiero dell' aria ordinaria; e si concepì ottimamente, che non già per ignoranza gli Autori della Macchina non

Digitalizzato da Google

eransi serviti dell' aria tratta dal ferro; poichè è noto, che essi son versati nella Chimica e nella Fisica; ma per le difficoltà di proccurarsi quarantamila piedi cubici d'aria infiammabile in una Città priva d' ogni soccorso per tal riguardo: il metodo loro per altro era molto più semplice, e molto men dispendioso, ma tuttora ignoto. Adunque fu forza rivolgersi ad altri mezzi.

La leggerezza dell' aria infiammabile era fatta appunto per sedurre; ma come aver cuore di tentare un' Esperienza in grande di questo genere? in che rattenere un vapore così sottile? Non si stette guari a determinarsi: il taffettà intonacato di gomma elastica del Signor Bernard era noto; ne esistevano in Parigi dei magazzini. Altri artefici, che avevano proccurato d' imitarlo, vendevano dei taffettà incollati di succino, a gomma copale, all' encustica, ec. In somma per questa parte i mezzi non mancavano. Fu deciso pel taffettà inverniciato con la gomma elastica, e limitossi il diametro della Macchina a dodici piedi incirca, non meno per motivo del prezzo dell' inviluppo, che del gravoso dispendio

Digitalizzato da Google

dio per l'aria infiammabile, e delle difficoltà, che eranvi a proccurarsene prontamente in gran copia.

Stabilito così l' affare, si apre una soscrizione: essendo passato di bocca in bocca il progetto di questa Esperienza, ciascuno ne resta colpito, e tutti dannosi premura di farsi notare. In brev' ora i più illustri nomi onorano la lista di questa *prima nazional soscrizione:* essa è degna di questo nome: nulla era stato scritto, nulla erane stato annunziato in alcun foglio pubblico, e ciascuno accorreva in folla per contribuire a questa curiosa Esperienza.

Finalmente il giorno 23 d' Agosto essendo la Macchina fabbricata, la sua forma presentò quella d' un Globo di dodici piedi, e due pollici di diametro: l' esecuzione ne comparve bella e regolare: si accudì a fissar la sfera in una specie d' armadura destinata a tenerla sospesa: quivi essa fu schiacciata e compressa, ed estrattane così tutta l' aria atmosferica, la vite, per cui questa era costretta ad uscirne, fu prontamente chiusa: quivi la macchina in tale stato più non assomigliavasi

vasi che a una specie di sacco tutto pieghe, e vuoto d'aria.

Sulle otto ore della mattina si pose mano all'opera per empirla: dapprincipio vi si procedette per mezzo di un gran recipiente, con molti cassettini foderati di piombo, e sormontato da un capitello, ossia condotto superiore, che adattavasi al beccuccio aderente al Pallone. Nei cassettini si mise della limatura di ferro, e dell' acido vitriolico indebolito con l'acqua: così moltiplicando le superficie, lo scopo era di proccurarsi una copia considerabile d' aria infiammabile; ma questa specie d'armadio, ch' io più ampiamente descriverò, soggetto a mille disordini, ed assai troppo complicato, fece perdere del tempo e svaporar dell'aria infiammabile. Finalmente stanchi di lavorare quasi senza frutto in questo cattivo apparecchio, dovettero abbandonarlo: fu fra due ore riformato, e vi fu sostituita una semplice botticella collocata verticalmente, in cui gettavasi per mezzo d' un' apertura fatta sul suo disco superiore, quantità grande di limatura di ferro e d' acido vitriolico: questo foro era immediatamente ritura-

to,

Digitalizzato da Google

to, e allora l' aria infiammabile sprigionandosi con grandi svaporamenti passava per una seconda apertura, situata accanto alla prima, e che dianzi comunicava per mezzo d' un tubo di latta, e poi per un tubo di cuojo inverniciato di gomma elastica, col galletto ossia beccuccio aderente all' orifizio del Pallone.

Introducendosi il Gaz nel tubo, ascendeva rapidamente nel Globo, e quando cessava l' effervescenza, il galletto veniva chiuso; nuova limatura di ferro, e nuovo acido vitriolico erano gettati pel foro riaperto; il Gaz si sprigionava, s' apriva il galletto, e l' aria infiammabile internavasi nel Pallone. (Veggasi la Tavola III. ov' è stata disegnata al naturale tutta questa operazione dal Sig. Lawrens valente Pittore Svezzese.

Tuttochè la medesima procedesse velocemente, perchè era secondata da uomini pieni di zelo e d' intelligenza, era ciò non ostante soggetta ancora a qualche disordine, che non lasciava d' inquietare: imperciocchè investendo l' acido vitriolico la limatura di ferro, produceva un sì violento grado di calore, che una por-

Digitalizzato da Google

porzione dell' acqua mescolata con quell' acido prontamente era ridotta in vapori renduti caustici dall' azione del Gaz acido sulfureo, che nel tempo stesso andavasi sprigionando.

I vapori sollevati col Gaz infiammabile fino all' interna cima della Macchina tosto vi si condensavano, e scorrevan quindi lunghesso il taffettà, che certamente avrebbero corroso, se difeso non era dallo strato di gomma elastica.

Siccome quell' acqua impregnata d' acido univasi nella parte inferiore della Macchina, ove formava una specie di melma, dovevasi di tratto in tratto farla scolare pel galletto con iscuotere il taffettà.

Per altra parte il calore, che usciva dalla botticella, era tanto considerabile, che comunicavasi al tubo di cuojo, e quindi alla Macchina: il galletto ne restava sì riscaldato, che era impossibile il potervi tener la mano. Rendevasi pertanto necessario non solo d' inviluppparlo con delle pezze bagnate, ma conveniva per conservare il Pallone bagnarne incessantemente per mezzo di picciole trombe il taffettà, le quali indirizzavansi verso la sua par-

Digitalizzato da Google

parte inferiore, per indebolire il calore sì eccedente, che senza una tal precauzione la Macchina avrebbe corso il maggior pericolo.

Laboriosissima si fu questa prima prova; ma sembronne appagante il risultato, poichè sulle ore 9 della sera il Pallone fu per un terzo ripieno d'aria.

Qualche ora dopo tutto venne distrutto in conseguenza di una troppa precauzione. Il beccuccio fu veramente chiuso col suo turacciolo a vite diligentemente: ma uno degli operatori non trovandosi sicuro a tal uopo, andò per chiuderlo di nuovo, ma sfortunatamente in vece di chiuderlo lo aprì.

Nel giorno seguente 24 su la punta del giorno, andò sollecitamente ciascheduno per ripigliare l'opera; ma restarono ben sorpresi al trovare quasi pieno e sommamente gonfio il Pallone, mentre che nell' antecedente sera mancavano più di due terze parti a riempierlo.

Su questo accrescimento nulla alla bella prima si potè concepire, nè cessò lo stordimento, se non quando si accorsero, che il galletto, che era largo tre pollici, era

aper-

Digitalizzato da Google

aperto. Tuttavia sembrò cosa molto straordinaria, che il Pallone avesse aspirato quantità si grande d'aria atmosferica. Ne fu fatta sull'atto stesso la prova con la pistola del Volta, e ne seguì la esplosione. Adunque la dose d'aria comune era in proporzione con l'aria infiammabile, come due a uno.

Siffatto accidente non lasciò d'alquanto scoraggire, posciachè grandissimi erano stati gli stenti del giorno innanzi; ma finalmente l'Esperienza era annunziata, e se non più conveniva far vedere agli Associati, che nulla erasi trascurato. Quello, che dava anche più fastidio si è, che non era possibile l'impiegar persone prezzolate a far giuocare la Macchina; imperciocchè la medesima esser non poteva affidata, se non se a persone intelligenti e assennate. Finalmente molti Amatori spontaneamente si unirono agli altri. Vi s'insinuarono lo zelo e la emulazione, e fu ogni cosa ravvivata dalla speranza.

Torna a proposito l'osservare, innanzi di continuar la parte istorica di questi dettagli, che quantunque un Pallone di 12 piedi e due pollici di diametro, non sia appa-

ren-

Digitalizzato da Google

rentemente d'una molto considerabile capacità, non lascierebbe tuttavia d' essere d' un' osservabil volume, allorchè si trattasse di riempierlo d' aria infiammabile ; e altri ne rimarrà convinto, quando saprà, che per fare la quantità del Gaz necessario, comprendendovi, a dir vero, ciò, che erasi il giorno innanzi perduto, e ciò, che vi voleva per empierlo di nuovo, e per conservare il Pallone, vi s' impiegarono mille libbre di peso di limatura di ferro polverizzata, o in pezzetti, e 498 libbre di acido vitriolico, secondo il conto prodotto dai Sigg. fratelli Robert, e da essi pagato. Una tale quantità non era di gran lunga necessaria ; ma è da sapersi che se n' è fatto un gran consumo a *46* gradi di concentramento. Le persone versate nell' arte dell' Esperienze comprenderanno benissimo, che questa esser non doveva senza difficoltà, nè senza pericolo, poichè trattavasi di maneggiare una quantità così grande d' acido concentrato, e di sviluppare altrettanta aria inflammabile sì fetida, e tanto molesta alla respirazione.

Tutta la giornata dei 24 fu impiegata nel

Digitalizzato da Google

nel produrre aria infiammabile, nel rinfrescare il Pallone, e nel preservarlo dagli accidenti; ma gli operatori restarono ricompensati a dovere dei loro stenti, allorchè videro, che il Pallone tendeva con isforzo a sollevarsi verso le ore sei della sera, tuttochè non fosse pieno che per metà. Raddoppiossi il coraggio; vi entrò di mezzo l'entusiasmo: allora videsi la riuscita dell' Esperienza: alle ore sette il Globo faceva degli sforzi contro i vincoli, che rattenevanlo. Furon prese le più sicure precauzioni, perchè non seguisse alcuno accidente nella notte; si chiuse accuratamente il galletto, fu portata via la chiave, e ciascheduno ritirossi contento.

Si può credere, che il giorno 25 seguente ognuno facesse a gara d' esser il primo a visitare la Macchina. Fu trovata in ottimo stato: vi s' introdusse del Gaz per ricovrare le perdite inevitabili, che eransi fatte nella notte o per le impercettibili porosità, o per li fori degli aghi, che non aveva intieramente chiusi la gomma elastica. Fu pesata alle ore sei della mattina, dopo d' averne tolti i legami; e quantunque non fosse piena

che

Digitalizzato da Google

che intorno alla metà, essa alzava 21 libbra. Siccome il giorno fissato per la pubblica Esperienza era indicato pel 27 non si volle riempierla di più per timore d' affaticarla. Pesata di bel nuovo alle ore 9 della sera non alzava più di diciotto libbre: adunque aveva ella perduto in quindici ore tre libbre di peso, vale a dire, che l' equilibrio in meno era alterato di tre libbre.

Il dì 26 il Globo fu visitato sullo spuntar del giorno, e fu trovato in ottimo stato: aveva perduto dell' aria infiammabile a un dipresso con le stesse proporzioni del giorno antecedente. Si rinnovò il lavoro per aumentare il Gaz, ed alle otto ore della mattina si levò il Pallone dalla sua armadura, fu attaccato a picciole corde, e si ebbe il piacere di vederlo alzarsi oltre 100 piedi.

Accorse incontanente un' immensa turba di minuto popolo da ogni banda: restò coperta di gente la Piazza delle Vittorie, e fu estrema la sorpresa delle persone, che non ne erano prevenute, veggendo in aria un corpo di tal diametro: ma il vento, che sopravvenne potendolo pregiudica-

Digitalizzato da Google

re, fu ritirato per ricollocarlo nel suo primo sito nel cortile, ov' era il suo stabilimento, e in quel giorno furono tante le visite, che una Guardia a piedi, e un' altra a cavallo disposte alla porta, mai non valsero a rattener l' affluenza della gente, e convenne determinarsi a lasciar aperte le porte per appagare la curiosità e la smania del Pubblico.

Siccome il Pallone passar doveva pel portone, erasi avuta l' attenzione di non finir d' empierlo nel giorno. Non era certamente un lieve imbarazzo quello di farlo uscir dal Cortile. Si era dapprima progettato di farlo passare per di sopra alla casa, rattenendolo con una corda, e lasciandolo sollevarsi per se stesso per poi ritirarlo verso la Piazza delle Vittorie: ma siccome una tale operazione far dovevasi di nottetempo, per non essere frastornati da un pubblico sempre importuno, ed era del pari malagevole e periglioso l' operare nelle tenebre con una Macchina di tale specie, fu forza determinarsi a farla passar pel portone, affidandola a mani perite, che dirigere la dovessero con prudenza.

Dapprincipio spedironsi pel Campo di Mar-

Digitalizzato da Google

Marte gli attrezzi tutti necessarii all' Esperienza : sulle due ore dopo mezza notte il Pallone fu disimpegnato dai suoi vincoli : intendenti persone trasportaronlo fino alla porta ; e siccome non era pieno, si ebbe la facilità di comprimerlo, e di fargli prendere una forma bislunga, che gli permise d' arrivare sulla Piazza delle Vittorie senza veruno neppur lieve accidente. Fu deposto sopra una capra di legno pronta a riceverlo, e disposta per tale oggetto. Gli stessi travicelli, che lo tenevano sospeso nel Cortile, lo resero stabile, e si mise in via.

Niuna cosa tanto singolare quanto il vedere questo Pallone così portato, preceduto da torce accese, circondato da un corteggio, e scortato da un Distaccamento di Guardie a piedi e a cavallo. Questa notturna marcia, la forma e la capacità del corpo, che portavasi con tanta pompa e precauzione ; il silenzio, che regnava, l' ora indebita, tutto concorreva a spargere sopra questa operazione una singolarità e un mistero fatti veramente per imporre a tutti coloro, che non ne fossero stati prevenuti. Quindi i Cocchieri da

Digitalizzato da Google

Vettura, che trovaronsi per istrada, ne restarono siffattamente colpiti, che il primo lor movimento fu di fermare i loro legni, e d'umilmente prostrarsi col cappello in mano per tutto il tempo, che si passava innanzi ad essi.

Giunse alla per fine il Pallone per le strade dei *Piccioli Campi*, di *Richelieu*, di S. *Nicesa*, pel *Carrosello*, pel *Ponte Reale*, per la strada di *Borbone* e degl' *Invalidi*, alla Scuola Militare, ove fu deposto in mezzo al Campo di Marte entro un recinto apparecchiato per riceverlo. La strada, che fatta aveva, non era picciola, poichè la Carta di Parigi dà 1700 pertiche dall' uscita della Piazza delle Vittorie, ond' era partito, fino al punto, al quale giunse. I travicelli, che inviluppavanlo, servirono a rattenerlo nel sito per mezzo di cordicelle fissate verso il Meridiano del Globo, e che furono assicurate entro anelli di ferro piantati in terra.

Nell' istante, che spuntò il giorno, si attese a fare dell' aria infiammabile per empirne il Pallone. L'attività, che si mise in questo lavoro, fu tale, che sul mezzodì trovavasi bastantemente pieno, per

ave-

Digitalizzato da Google

avere una bella forma, e che poco tempo volevavi per finir di riempierlo; ma riserbavasi al Pubblico il rimanente dell' operazione, per dargli un' idea della maniera, con cui producevasi il Gaz.

Il Campo di Marte era circondato dalla soldatesca: gl' ingressi eran tutti guardati: erano stati dati ordini per facilitar la marcia delle Vetture, e prevenire gli accidenti. Alle tre ore videsi il Campo di Marte cuoprirsi tutto di popolo: da ogni banda giungevano le carrozze, e in brev' ora non poteron andare se non accodate. Le rive del fiume, la strada di Versaglies, l' Anfiteatro di Passy, eran guarniti d' una folla immensa di Spettatori. Il Palagio della Scuola Militare, e il Campo di Marte comprendevano la più superba e la più numerosa Assemblea. Sulle ore cinque un tiro di cannone fu il segnale, che annunziò, che principiavasi l' Esperienza: servì questo a un tempo d' avvertimento per quei Dotti collocati sul terrazzo della Guardaroba della Corona, sulle Torri di Nostra Signora ed alla Scuola Militare, e che applicar dovevano gl' istrumenti e i calcoli per le lo-

Digitalizzato da Google

ro osservazioni. Il Globo liberato dai vincoli, che ritenevanlo, sollevossi con sorpresa grande degli Spettatori con tal velocità, che in due minuti fu trasportato all'altezza di 488 pertiche: ivi trovò una nuvola oscura, in cui si perdette: un secondo tiro di cannone annunziò la sua sparizione, ma in brev'ora videsi romper la nuvola, ricomparire per un istante ad una grandissima altezza, ed eclissarsi in altre nuvole. La violenta pioggia, che sopravvenne nel momento, in cui il Globo sollevavasi, non lo impedì d'ascendere con estrema rapidità, e l'Esperienza riuscì eccellentemente, e stordì ogni persona. L'idea d'un corpo partito da terra e viaggiante per lo spazio aveva in se alcun che di sì ammirabile e di sì sublime; pareva, che si dilungasse tanto dalle leggi ordinarie, che tutti gli Spettatori non poterono difendersi da un'impressione, che sembrava entusiasmo. Sì grande era la soddisfazione, che le Dame elegantemente abbigliate, con gli occhi fissi al Globo, ricevevano addosso la pioggia più gagliarda e copiosa, senza scomporsi, occupandosi molto più allora del vedere un fatto tan-

Digitalizzato da Google

tanto sorprendente, che della cura di preservarsi dal mal tempo.

Aveva il Globo 12 piedi, e 2 pollici di diametro: adunque l'esatta sua circonferenza era di 38 piedi, 3 pollici e 8 linee: la sua capacità interiore di 943 piedi e 6 linee cubiche: il peso del taffettà, e del galletto, di 25 libbre; e la forza d'ascensione, allorchè sollevossi, di 35 libbre. (*Veggansi* su questo articolo i dettagli nella Lettera del Sig. Meusnier, e in quella, che la segue.)

Si fece un fallo in questa Esperienza con introdurre nel Globo dell' aria atmosferica, per finir di riempierlo, e di dargli una forma perfettamente rotonda; quell' aria non poteva a meno di cagionare una nocevol pressione all' inviluppo: ma se ne fece uno molto maggiore con farvi entrare tropp' aria infiammabile, lo che accrebbe grandemente il grado di forza espansiva. Quest' aria davagli la facilità di reagire con violenza contro le pareti del Pallone, allorchè giunto fosse in una regione, in cui l' aria atmosferica fosse meno densa. Ma non è maraviglia, che in una prima Esperienza di tal natura non

Digitalizzato da Google

siasi tutto preveduto: è noto altronde che una circostanza, che non monta il quì ricordare, impedì che fossero ascoltate le persone, che preveduto avevano questo inconveniente, e che avevano raccomandato di schivarlo. Sia com' esser si voglia, il Pallone non si sostenne in aria al più che soli tre quarti d'ora, e calò alle ore cinque e tre quarti accanto alla rimessa d' Ecouen, avente un' apertura nella sua parte superiore. Fu raccolto da alcuni Contadini di Gonessa, che strascinaronlo attraverso i campi per più d' un miglio, e lo ridussero in pessimo stato. Si noverano intorno a cinque leghe dal punto della sua partenza a quello della sua caduta, cioè dal Campo di Marte ad Ecouen.

La Esperienza non ne fu perciò meno interessante, e la prima, che sia stata fatta in questo genere. I Signori ROBERT Meccanici erano stati incaricati di fabbricare il Globo, e il Sig. *Charles*, Professore di Fisica, della cura d' invigilare alla loro opera.

ESPE-

Digitalizzato da Google

ESPERIENZE AEROSTATICHE

Fatte con piccioli Palloni.

Il Sig. de Montgolfier il minore sendo giunto a Parigi alcun tempo prima dell' Esperienza del Campo di Marte, ed essendo stato invitato dall' Accademia Reale delle Scienze a ripetere quella d' Annonay, occupossi nel far costruire una Macchina alta 70 piedi, e col diametro di 40. Vi volle del tempo per eseguire un Pallone di tal volume.

In questo intervallo gli studiosi Dilettanti di Fisica esercitaronsi nel far diverse Esperienze in picciolo ad imitazione di quella del Campo di Marte: conciossiachè, quantunque il Sig. de Montgolfier fosse certamente lontanissimo dal fare un mistero del suo metodo, erasi egli riservato di non palesarlo, se non se nella prima Esperienza, che farebbe egli medesimo; nè veruno disapprovar poteva la sua condotta.

Dapprincipio tentossi di far dei Palloni di carta fina e leggiera; ma una tal ma-

te-

Digitalizzato da Google

teria essendo penetrabile all' aria infiammabile, a niuno potè riuscire di sollevare in aria Palloni di questa specie. Convenne pertanto cercare una materia meno porosa, ed eziandio più leggiera, se fosse possibile, e fu questa ritrovata.

Il Giornale di Parigi degli 11 di Settembre fece sapere al Pubblico, come il Sig. Barone di Beaumanoir, il quale con ugual riuscita e ardore coltiva le Scienze e le Belle Arti, doveva far partire un Pallone di 18 pollici di diametro. (*) Sul mezzodì del giorno medesimo ei fece questa Esperienza alla presenza di numerosa Assemblea nel giardino, che è in faccia

(*) E' questa la Lettera del S. B. di Beaumanoir., quale leggesi stampata nel Giornale di Parigi.

„ Signori, ho io eseguito in questo dì 10 di Settembre un *Minimum* della Macchina Aerostatica dei Sigg. de Montgolfier col sollevamento d' un Pallone d' un piede e mezzo di diametro, che non pesava più di cinque grossi e tre quarti: ha esso trasportato un volume d' aria di ventun grosso, e per conseguenza si è sollevato con una forza di 12 grossi supponendo l' aria infiammabile a tre grossi e un quarto. Vi prego a permettermi d' aver luogo nel vostro Giornale per un' Esperienza, che i Dilettanti potranno venir a vedere oggi giovedì al Palagio di Surgeres in contrada della Città-il Vescovo a undici ore in punto della mattina. Ho l' onore ec. Il B. de Beaumanoir.

Digitalizzato da Google

cia al Palagio di Surgeres *in Contrada della Città - il Vescovo*. Siccome il Sig. di Beaumanoir voleva ripetere l' Esperienza la sera, non abbandonò il Pallone, che benissimo elevossi, ma che fu rattenuto con un filo di seta, che non gli permise d' alzarsi più di 50 piedi. Alle ore 5 della sera del giorno medesimo questo picciol Globo fu ripieno di nuova aria infiammabile, e fu abbandonato in balìa di se stesso. Ebbero il piacere gli Spettatori di vederlo alzarsi ad una grandissima elevazione: indi sparve prendendo la strada di Neuilly, e si assicura, che fu trovato da alcuni Contadini diverse leghe lontano.

Quantunque una tale Esperienza potesse esser rigorosamente risguardata come oggetto di mera curiosità, non lasciò tuttavia d' interessare quelle persone, le quali proponevansi di fare delle pratiche ricerche sopra il Gaz. Davaci questa un fatto di più, e un' applicazione in picciolo, che servir poteva di scala e d' oggetto di confronto. Questo non era assolutamente il *Minimum*, ma erasi sulla strada di rinvenirlo. Io so veramente, che conoscendo

Digitalizzato da Google

do il peso delle materie, che si volevano impiegare, il calcolo guidava allo scopo medesimo: ma l' esperienza fa più colpo della teorìa, e fissa le idee più irrevocabilmente. Oltredichè bisognava trovar la materia leggiera, che voleva impiegarsi; e senza siffatta Esperienza altri non sarebbevi mai certamente arrivato.

La materia dal Sig. Barone di Beaumanoir impiegata era una sostanza animale nota nell' arte dei Battiloro sotto la denominazione di *pelle d' intestino di bue*. Fra le membrane di questa pellicola d' estrema leggerezza ed arrendevolezza si giunge a ridur l' oro in foglie sì sottili, che possono sostenersi e galleggiar lungamente nell' aria.

Altro non è la pelle suddetta, che la pellicina interiore, che veste il grosso budello del Bue: staccasi questo leggiero inviluppo, che fresco stendesi sopra delle tavole per aver la facilità di separarlo delicatamente dalle parti grasse e filamentose, che lo renderebbero ineguale: in questo stato si lascia seccare, e se gli danno altre preparazioni per ammollirlo, e per renderlo atto al genere d' impiego, al quale è destinato.

Quan-

Digitalizzato da Google

Quando questa pellicina è passata più volte sotto il martello del Battiloro, si usa per li tagli, e produce l' effetto medesimo del taffettà d' Inghilterra, vale a dire, che impedisce egregiamente l' azione dell' aria: allora è nota sotto la denominazione di *pelle divina*.

Il Sig. Deschamps di Neufchâteau Pittore dimorante nella Corte del Commercio, fu il primo, a cui nascesse l' idea d' impiegar questa materia, e ne portò delle mostre al S. B. de Beaumanoir, il quale ne rilevò il vantaggio, ed eseguì sul fatto stesso il primo Pallone fatto di questo genere (*). Lo stesso Pittore ne fece in brev' ora di varie grandezze, e giunse a dare ai medesimi Palloni la forma sferica od ovale la più perfetta.

Pochi giorni dopo diverse persone proccu-

(*) Il S. Cavallo in Londra, non potendo far alzare Palloni di carta, aveva avuto l' anno 1781 l' idea di servirsi della stessa materia che il S. Deschamps; ma non ne fece alcuna prova su tal soggetto. Si crederebbe mai, che due secoli prima Giulio Cesare Scaligero proponesse per imitare la Colomba-Volante d' Archita, di servirsi d' un inviluppo della medesima pelle dei Battiloro? *Scaliger de Subtilitate ad Cardanum, Exercitat.* 326.

Digitalizzato da Google

curarono d' imitare i Palloni del S. Deschamps, e vi riuscirono. Il Sig. Gardeux Scultore me ne portò uno del diametro di sette pollici: lo feci sollevare nel giardino del Palagio Reale, e fece la sua levata egregiamente.

Finalmente il Sig. Deschamps, volendo superar quelli, che imitavano i suoi Palloni, ne fece uno di sei pollici di diametro di vaghissima forma: si compiacque di farmene il sagrificio, e pregommi ad impiegarlo nell' Esperienza: lo riempiei d' aria infiammabile tratta dalla zelamina con l' acido marino in presenza del S. Cavaliere di Lorimier, dal S. Mogué de Querville, del S. Conte de Baruel e di parecchie altre persone, che in quei momenti trovavansi in casa mia. Il Palloncino s' alzò benissimo, ed andò a fissarsi di contro alla travatura del mio appartamento, che ha l' altezza di dodici piedi. Sarebbesi alzato a segno di non più vederlo, qualora io l' avessi voluto abbandonare nell' aria libera; ma mi premeva di conservarlo per altre Esperienze.

Se questo Pallone, che aveva dodici pollici di meno di diametro di quello del

Digitalizzato da Google

S. B. di Beaumanoir non è il *Minimum*, certamente vi è sommamente vicino; imperciocchè, se non si fossero prese le maggiori precauzioni per empierlo, certamente non sarebbe partito, assorbendo questa materia l' umido dell' aria e non essendo più di dieci grani la sua forza d' ascensione. (*)

Fra non guari i Palloni Aerostatici di pelle da Battilori divennero alla moda, nè passò giorno che non se ne sollevassero alcuni non meno nella città, che per la campagna. Ne furon fatti anche di 30 pollici di diametro. Ma questa materia co-

(*) Questo Pallone fatto con estrema cura aveva 6 pollici di diametro, nè pesava che 36 grani. L' aria atmosferica, che scacciava, era di 51. Il suo solido era di 113 pollici $\frac{1}{7}$ cubici, dei quali 1728 formano il piede cubico d'aria atmosferica, che pesa 780 grani in circa. L' aria infiammabile tratta dal Zinco, essendo $\frac{7}{10}$ pesava nel Pallone 5. Peso del Pallone 36. Adunque la forza d'ascensione era di 10. Peso totale 51 grani.

Ma se si riflette, che è difficilissimo l' empiere perfettamente un tal Pallone, che convien legarne l' apertura con del filo, e che in tal' operazione sempre si perde dell' aria, si vedrà, che lo squilibramento era molto leggiero: quindi un Pallone di questa specie è vicinissimo al vero *Minimum*.

Digitalizzato da Google

costa molto, ed è soggetta a parecchi disordini; imperciocchè s' imbeve dell' umidità, lo che accresce il suo peso, nè ritien lungamente l' aria infiammabile, che in brev' ora si fa strada per porosità invisibili all' occhio, ma che pur esistono nel tessuto d' una sì delicata membrana.

ESPERIENZA

Fatta con un Pallone alto 70 piedi sopra 40 di diametro nel Giardino del Sig. Reveillon in Contrada di Montreuil nel Borgo Sant' Antonio il dì 12 di Settembre 1783 alla presenza dei Sigg. Commissarii dell' Accademia Reale delle Scienze.

La Macchina Aerostatica, che il Sig. de Montgolfier faceva eseguire nel Borgo Sant' Antonio, era di grossa tela di canovaccio foderata sì di dentro, che di fuori d' una carta consistente.

Il suo taglio geometrico era formato:

1. da un prisma dell' altezza di 24 piedi:

2. da una piramide di 27 piedi $\frac{1}{2}$, che doveva coronare il prisma:

3. da

Digitalizzato da Google

3. da un cono troncato di piedi 18 $\frac{1}{2}$, destinato a formare la parte inferiore della Macchina. Ciascheduna delle porzioni divisate era composta di 24 fasce, o meridiani uniti e cuciti insieme.

In questo stato la Macchina sviluppata piena di Gaz, e stesa in tutti i punti, assumer doveva la forma d' una sferoide. La Tavola IV. disegnata al naturale ne esibisce un' esattissima figura.

La Macchina era dipinta d' un color blò azzurrino, e rappresentava una specie di padiglione, ed i suoi ornati erano di color d' oro. La sua lunghezza totale era di 70 piedi, e pesava 1000 libbre. L' aria di un pari volume valutavasi intorno a 4500 libbre; e il vapore, del quale doveva esser ripiena, essendo una volta più leggiero dell' aria comune, non pesava più di 2250 libbre: adunque eravi un eccesso di leggerezza di 1250 libbre: adunque la Macchina alzar poteva un peso di questa forza.

Avendo la vicinanza dell' Equinozio ricondotte le piogge autunnali, venner perpetuamente impedite le operazioni relative a tal' Esperienza. Era la Macchina

Digitalizzato da Google

d' un volume sì grande, che riusciva impossibile l'unirla e il cucirla in altro sito fuorchè all' aperto, e nello spazioso giardino, in cui esser doveva stabilita. Riusciva d' un grande imbarazzo il piegare ogni sera un sì pesante inviluppo, che rendevasi frangibile per le grosse carte, delle quali era coperto; laonde volevanvi d' ordinario per lo meno venti uomini per muoverla, e questi eran costretti ad usar destrezza e precauzione per non rovinare alcuna cosa. Mai Macchina alcuna non produsse inquietudine e imbarazzo somigliante.

Vero si è, che il Sig. di Montgolfier non avrebbe potuto trovare un luogo nè più comodo, nè più piacevole, nè soprattutto un più cortese amico, del Sig. Reveillon proprietario della Regia Manifattura di carte dipinte in Contrada di Mentreuil. Le cure, lo zelo e il disinteresse, che questi ha usato perpetuamente in tutte quelle cose, che erano relative all' Esperienze del Sig. di Montgolfier, gli hanno fatto un vero onore presso tutte quelle persone, che ne furono al fatto. Le scienze con tanta frequenza vengon con-

Digitalizzato da Google

contrariate, che non potrebbesi mai aver tanta gratitudine, che bastasse per quelli, che in simigliante guisa fannosi premura di rendersi proficui alle medesime.

Questa Macchina avrebbe potuto senza dubbio esser fabbricata in maniera più solida, e meno soggetta ad esser pregiudicata, ed accordava ciò lo stesso Sig. di Montgolfier; ma per varii motivi erasi determinato a non farla altrimenti. Il primo era relativo all' Esperienza d' Annonay, in cui erasi proceduto con un inviluppo somigliante, che era a maraviglia bene riuscito, ed era cosa prudente, per avere i medesimi risultati, il non dipartirsi punto dal metodo stesso. Inoltre faceva di mestieri l' occuparsi del miglior modo d' impedire che si dissipasse il vapore; e il doppio inviluppo di carta era ciò, che trovavasi allora di più dicevole per tale oggetto.

Il secondo motivo non poteva se non se fare onore alla delicatezza del Sig. di Montgolfier; stantechè i Sigg. della Reale Accademia delle Scienze, in grado più che qualunque altro di valutare il merito d' una tale Scoperta, ed avendone compre-

Digitalizzato da Google

sa tutta la rilevanza, avevano offerto di pagar le spese di questa Macchina, senza limitarle, e ciò bastava perchè l'Autore cercasse i mezzi più economici per renderne il dispendio minore.

Finalmente il dì 11 del mese di Settembre pareva, che il tempo si disponesse al buono. Essendo del tutto compita la Macchina, fu collocata nel suo sito, e disposta per fare le prime Esperienze. Se ne fece la sera medesima la prova: videsi con ammirazione questa bella Macchina riempiersi in nove minuti, dirizzarsi sopra se stessa, distendersi in tutti i punti, ed assumere la più bella forma. Otto uomini, che ritenevanla, furono sollevati a più piedi, e la medesima sarebbesi innalzata a una grande altezza, qualora non le si fossero opposte nuove forze.

I Sigg. Commissarii dell'Accademia delle Scienze furono invitati ad assistere il giorno seguente alle ore otto della mattina all'Esperienza per essi destinata, e che sarebbe stata più fiate a piacimento lor ripetuta, se tutto guastato non avesse il tempo contrario.

Il giorno seguente venerdì 12 di Settem-

Digitalizzato da Google

tembre essendo giunti i Sigg. Cadet, Abate Bossut, Brisson, Lavoisier, e Desmarest, Commissarii, si vide, non senza inquietudine, che folte nuvole disponevansi a coprir l'orizzonte, e che eravamo minacciati da un temporale. Per altro, essendo il cattivo tempo ancor dubbioso, era possibile, che tutto eseguir si potesse senza pioggia: i preparativi erano in ordine. Una numerosa e distinta assemblea ardeva dalla voglia di vedere questa bella Esperienza. Altronde temevasi, che indugiando ancora, si dovesse poi la medesima differire a troppo lungo tempo: tutto era in pronto l'apparecchio; sarebbevi voluto del tempo per ismontarlo: adunque si risolvette d'empiere il Pallone.

Cinquanta libbre di paglia asciutta, che si andò accendendo a covoni, e sopra i quali in più volte furon gettate dodici libbre di lana fatta in pezzetti, produssero in dieci minuti un vapore sì espansivo, e dotato d'una tal forza, che la Macchina ad onta del suo peso, sebben depressa e piegata sopra se stessa, gradatamente, e come per ondulazione drizzossi. Il suo volume e la sua capacità stor-

Digitalizzato da Google

dirono gli Spettatori; ed allorchè fu sviluppata per intiero, e già tendeva a sollevarsi, raddoppiaronsi la sorpresa e l'ammirazione.

La Macchina lasciò la terra, e si sostenne all' altezza di molti piedi con un carico di cinquecento libbre. Se in quel momento fossero state tagliate le corde, che rattenevanla, sarebbesi sollevata ad un' altezza grandissima. In un subito sopravvenne la pioggia: allora il vento soffiò con impeto: il mezzo più sicuro di salvar la Macchina era quello di lasciarla partire. (*) Ma siccome era destinata per Esperienze, che far si dovevano in Versaglies, non si volle abbandonarla; e gli sforzi, che si fecero per farla calare, uniti al furioso vento ed alla pioggia, che inondavala, la lacerarono in più luoghi. Siccome rinforzò il temporale, e durò lungamente, riuscì assolutamente impossibile l' adoprarla in tale stato. Essendo restata esposta alla pioggia oltre 24 ore, le

(*) Così voleva il Sig. Argand Ginevrino, amico dei Sigg. di Montgolfier, e dotto Fisico, a cui siam debitori di rilevanti scoperte.

Digitalizzato da Google

le carte si scollarono e caddero in pezzi: restò scoperta la tela di canovaccio, e questa bella e superba Macchina, che era costata tante cure, in pochissimo tempo fu distrutta.

Gli Spettatori sensibili a sì fastidioso accidente, diedero al Sig. di Montgolfier le dimostrazioni più vive dell'interesse, che prendevano alla sua bella Scoperta. I Signori Commissarii dell' Accademia, si fecer premura di fargli avere sul fatto stesso un attestato, che fa onore alla loro giustizia e alla loro maniera d'osservare. (*)

(*) Siccome questo attestato conferma l'ascensione della Macchina con i pesi, cui essa portava, e prova, che l'Esperienza fu sconcertata da una maggior forza, che punto non ha scemato il merito della Scoperta, ho creduto di doverlo collocare in questo luogo.

„ I Sigg. Commissarii della R. Accademia delle Scienze portaronsi questa mattina 12 di Settembre alla Manifattura di Carte dipinte del S. Reveillon, in contrada di Montreuil nel Borgo S. Antonio, per esser testimonii degli effetti della Macchina Aerostatica dei Sigg. di Montgolfier. Essa fu in gran parte ripiena di Gaz, e alzossi da terra col carico di quattro in cinquecento libbre. Ma la pioggia e il vento, che avevano cominciato nella notte, e che quasi per tutta la mattina continuarono, non permisero, che l'Esperienza si continuasse, ed hanno per sì fatto modo battuta la Macchina, che ha essenzial bisogno d'essere riparata. Crede il S. di Montgolfier, che vi vorranno più giorni per ridur-

Digitalizzato da Google

ESPERIENZA

Fatta in Versaglies a' 19 di Settembre 1783 alla presenza del Re e della Real Famiglia, dal Sig. di Montgolfier con una Macchina Aerostatica avente 57 piedi d' altezza, e 41 di diametro.

Il giorno dell' Esperienza di Versaglies era fissato per li 19, ma la Macchina, che servir doveva a ripeterla, non erane assolutamente in caso. Il Sig. di Montgolfier calcolò le ore, che gli restavano. Unironsi ad esso i suoi amici; (*) e la Domenica 14 del mese si pose mano ad un nuovo Pallone, che si risolvette di fabbricare intieramente di buona tela. Nulla fu risparmiato: si lavorò dì e notte; e il giovedì 18 la Macchina era del tutto fab-

durla in buon essere, e che sia necessario aspettarr pe operare un tempo quieto e sereno. — Parigi nella Fabbrica del S. Reveillon 12 Settembre 1783. — *Sottoscritti* CADET BOSSUT, BRISSON, LAVOISIER, e DESMAREST.

(*) Fra gli altri i Sigg. Reveillon, Argand, Mogué di Querville, Quinquet, Lange, Meigner, ec.

Digitalizzato da Google

fabbricata, dipinta e ornata: la sera medesima se ne fece la prova alla presenza dei Sigg. Commissarii dell' Accademia, che furonvi invitati, e riuscì ottimamente.

Era bisognato quasi un mese per fabbricar la Macchina di canovaccio, foderata di carta: quella di tela, lavorandovi con un impegno e con un' attività senza esempio, fu terminata in cinque giorni.

Il dì seguente 19 fu collocata nel gran Cortile del Castello di Versaglies sopra un teatro ottagono, che corrispondeva all' apparecchio ed ai cordami tesi per maneggiarla.

Questa specie di palco coperto, e circondato di tele da ogni banda, aveva nel mezzo un' apertura del diametro d' oltre cinque piedi, attorno alla quale potevasi girare per mezzo d' una banchetta destinata per coloro, che lavoravano dietro alla Macchina. Una Guardia numerosa in doppia fila custodiva questo vasto teatro.

La cupola della Macchina era depressa, e posta orizzontalmente sopra la grande apertura del palco, alla quale serviva di

vol-

Digitalizzato da Google

volta: il rimanente delle tele era calato, e piegavasi circolarmente sopra le banchette; di modo che in tale stato la Macchina non aveva alcuna specie d' apparisenza, ed assomigliavasi ad un mucchio di tele colorite gittate là senz' ordine veruno: eppur era grandissimo nella disposizione e nella condotta di tutto questo apparecchio.

La parte inferiore del palco serviva per le operazioni atte a produrre il vapore. Questo lavoro appunto far si doveva sotto la grande apertura coperta dalla cupola della Macchina. Nel mezzo e in terra eravi una bragiera di ferro, con fori tra se distanti, dell' altezza di 4 piedi e 3 di diametro, fatta per ricevere le materie combustibili. Un copertojo di grossa tela dipinta e di forma circolare, aderente alla base del Pallone, e calante pel foro fino al pavimento, poteva considerarsi come un grande imbuto, come una specie di cammino destinato a contenere i vapori ed a condurli entro la Macchina; di modo che le persone, che diriger dovevano il fuoco, si trovavano collocate per tal mezzo sot-

Digitalizzato da Google

sotto lo stesso Pallone: queste avevano a mano delle provvigioni di paglia e di lana trinciata per produrre il vapore, di pari che una gabbia di vinchi con entrovi un castrato, un gallo e una volpe, e gli altri attrezzi tutti necessarii per l' Esperienza.

Io m' estendo per avventura soverchiamente sopra queste circostanze; ma sono tanto instruttive, che non debbono trascurarsi. Queste dimostrano oltre a ciò, quante cure e quante combinazioni esigesse una tale Esperienza. Vero si è, che il Sig. di Montgolfier trovò tutte le maggiori facilità, e tutti quei migliori mezzi, ch' ei sapesse, e che potesse mai desiderare. (*)

Sulle ore dieci della mattina la strada, che

(*) Il Sig. Maresciallo di Duras, Gentiluomo di Camera, diede in questa occasione delle prove dell' interesse, ch' ei prendevasi per tale Scoperta; e lo zelo da lui concepito gli procurò l' omaggio e la riconoscenza degli scienzati e dei letterati.

I Signori Intendenti de' Minuti Piaceri della Real Casa si prestarono per parte loro in ciò, che poteva dipendere da essi, perchè il Signor di Montgolfier fosse servito in ogni suo desiderio.

Il Sig. d' Ormesson, Controllor generale delle finanze,

Digitalizzato da Google

che da Parigi conduce a Versaglies, era coperta di vetture: accorreva la gente in folla da ogni banda; e a mezzodì gl' ingressi, i Cortili del Castello, le finestre e gli stessi tetti erano gremiti di Spettatori. I più grandi, i più illustri e i più dotti tutti della Nazione, pareva che fossersi uniti come d'accordo, per rendere un solenne omaggio alle Scienze sotto gli occhi d'una Corte Augusta, che le protegge e incoraggisce.

Appunto in questo momento, e in mezzo a questo immenso concorso d'ogni ordine di cittadini, le Loro Maestà e la Famiglia Reale degnaronsi di trasferirsi nel recinto, e vollero penetrare fin sotto la Macchina stessa per esaminarne i dettagli, e farsi rendere un esatto conto di tut-

---

ze, trattò in quel giorno in casa propria il Sig. di Montgolfier e la maggior parte de' Membri dell' Accademia delle Scienze.

Finalmente il Sig. Marchese di Cubiéres, Scudiere del Re, il quale coltiva per sì distinta guisa le Scienze e le belle Arti, e che ha formato in Versagilles un gabinetto d' Istoria naturale e di Fisica, tanto interessante, non la cedette in verun conto agli altri nel provar ch' egli sapeva ben apprezzare una scoperta di tal sorte.

Digitalizzato da Google

tutti i preparativi di questa bella Esperienza.

A un' ora meno quattro minuti, lo scoppio d' un mortaletto annunzia, che si comincia a riempier la Macchina: vedesi questa quasi in un subito alzarsi, gonfiarsi e distender rapidamente le raddoppiate pieghe, ond' era composta: sviluppasi totalmente, la sua forma appaga l' occhio; stordisce la maestosa sua capacità: già ella arriva agli alberi più alti. Un altro mortaletto avverte, che è pronta a partire; e alla terza scarica son tagliate le corde, e la Macchina pomposamente sollevasi in aria, seco portando il gabbione, in cui eran rinchiusi un castrato e dei volatili.

Dapprima elevossi la Macchina a una grande altezza, descrivendo una linea inclinata all' orizzonte, che fu forzata a prendere da un vento del Sud: indi mostrò di rimanersi immobile per alquanti minuti secondi, e allora produsse un bellissimo effetto. Finalmente ella andò lentamente calando nel Bosco di *Vaucresson* 1700 pertiche distante dal punto, ond' erasi sollevata.

Non furono impiegati per empierla più d' un-

d' undici minuti, e otto minuti si mantenne in aria.

Nell' Esperienza d' Annonay la Macchina, che adoprarono i Sigg. di Montgolfier; elevossi a un' altezza maggiore, poichè misurò per lo meno mille pertiche; eppure molto volevavi, perchè fosse d' una fabbrica così regolare: adunque vi fu una causa, che si oppose all' ascensione di questa. Non si elevò più di 240 pertiche, quantunque superbo per verità fosse lo spettacolo ch' essa offrì.

Questa causa, che non venne rilevata se non se da alcune persone collocate vicinissime alla Macchina, non fu ignorata da quelli, che la diressero. Il vento, che colpì il Pallone nel momento, in cui presentava all' aria una superficie sì vasta, obbligò tutti coloro, che erano incaricati di maneggiarla, a rattenerla con isforzo: questa forza unita a quella del vento ed alla tendenza, che aveva la Macchina a sollevarsi, cagionarono due laceramenti d' un' apertura di sette piedi sulla sua sommità, e nella parte, in cui le tele erano state cucite per un mal verso. Non era più tempo di rimediare a un tale ac-

ci-

Digitalizzato da Google

cidente in una Esperienza, che soffrir non poteva alcun ritardo: ebbesi solamente allora l'attenzione di sviluppare una maggior massa di vapore, e la Macchina partì con niente minore rapidità, senz'essere in menoma parte disturbata dal peso, che seco portava.

Le due aperture superiori cagionando lo svaporamento del Gaz, la forza d'ascensione dovette di necessità indebolirsi pel mescuglio dell'aria atmosferica: per alcuni momenti ne risultò un perfetto equilibrio, e la Macchina, la quale allora non ascendeva, nè discendeva, fu un bellissimo colpo d'occhio, e in quello stato di stazione porse un piacere grandissimo agli Spettatori; ma a misura, che il vapore andava dissipandosi, il Pallone lentamente calava dalla banda del Bosco di *Vaucresson*, e in una maniera sì tranquilla, che allora si comprese, che se la Macchina avesse portato degli uomini, questi non avrebber corso verun pericolo.

Quasi subito mi recai sul luogo col Sig. Abate d'Espagnac, col S. Cavaliere di Lorimier, col Sig. Brongniart, ec. Il Sig. Pilatro di Rosier precedevaci d'alquanti

Digitalizzato da Google

ti passi. Vedemmo il Pallone dalla parte del Bosco di *Vaucresson* denominata il *Carrefour-Marechal* (Crociera - Marescialla) ov' era sfasciato sopra l' erboso terreno: un solo dei suoi lati rimaneva sopra un querciuolo, del quale a mala pena faceva piegare i rami.

Due guardiani di cacce, che trovaronsi dieci passi distanti dal luogo, ov' era caduto, ci assicurarono, che era calato con una lentezza sorprendente, piegandosi per dolce modo sopra se stesso, e ci dissero, che un istante prima, che il Pallone avesse toccato terra, passò sopra una grandissima catasta di legname, che ci mostrarono; e che siccome la corda, che teneva sospeso il gabbione, era lunghissima, intrigossi nel legname, e si ruppe senza che il gabbione stesso, il castrato e gli altri animali patissero alcun danno. Forza è per tanto rigettare assolutamente il racconto, il quale annunziò, che il gallo erasi rotta la testa: noi lo trovammo in buono stato, e se aveva la parte superiore dell' ala destra scorticata, questo accidente era unicamente dovuto a una zampata del castrato, lo che era seguito in presen-

za

Digitalizzato da Google

za di più di dieci testimonii per lo meno mezz'ora prima dell'Esperienza.

E' cosa, che disgusta il vedersi in tal guisa annunziare dai Fogli pubblici dei fatti senza prova, e che in casi somiglianti esser dovrebbero perpetuamente assicurati colla firma di quei tali, che gli spediscono. E' stato anche in più Gazzette e Giornali dato per sicuro, che la Macchina del Sig. di Montgolfier era stata riempita con dell'aria infiammabile, mentre i metodi, che sono stati impiegati, consisterono semplicemente nel far uso di paglia asciutta accesa, e d'alquante libbre di lana trinciata. Parlerò in guisa più particolare d'un tal vapore.

Tutto quello, che finora è stato detto intorno al punto di sua elevazione, e sopra lo spazio, che ha percorso, non è niente più esatto. La vera distanza, secondo la Carta dell'Accademia, dal punto della partenza al Bosco di *Vaucresson*. *Carrefour-Marechal*, è di pertiche 1700. Quanto all'altezza, due abilissimi Astronomi sonosene occupati, collocandosi nell'Osservatorio di Parigi. Il Sig. Gentil fissò quest'altezza a 280 pertiche sopra il se-

Digitalizzato da Google

liere di Lorimier Cavalleggiero, e incisa dal Sig. di Launay, rappresenta il momento, in cui s'alza il Pallone pieno d'aria.

L'esatta sua altezza da un' estremità all' altra era di - - - - 57. piedi.
Il suo diametro di - - 41.

piano del Reale Osservatorio: ma siccome la banda di Versaglies è elevata d' una quantità, ch' io suppongo di 40 pertiche incirca dal secondo piano dell' Osservatorio, poichè io non veggo Versaglies, ma la banda di quel lato mi sembra elevata di o gr. 23″ sopra l'orizzonte, ne segue, che il Pallone non sia asceso più di 240 pertiche sopra il terreno, o dalla banda di Versaglies. Ho l'onore d' essere ec. LE GENTIL dell' Accademia Reale delle Scienze.

„ Il giorno 19 di Settembre, in cui fu fatta in Versaglies l'Esperienza, il Sig. Jeaurat era collocato sopra la piattaforma dell'Osservatorio precisamente sopra il Sig. Le Gentil, che faceva separatamente le sue osservazioni. Secondo il Sig. Jeaurat aveva il Globo una direzione, che formava col Meridiano verso ponente un angolo d' 87 gr. 20′. L' angolo sopra l'Orizzonte era d' 1 gr. 55′ 55″, d' onde l'altezza restò conclusa di 293 pertiche sopra il pian terreno dell'Osservatorio; il diametro apparente era per altro d' incirca 61, lo che indica che s' era il Globo avvicinato all' Osservatorio. Si può adunque presumere, che la distanza del Globo all' Osservatorio era minore di quella di Versaglies all' Osservatorio stesso, senza contare, che converrebbe tener conto della differenza dei livelli dei due differenti luoghi: ma le rettificazioni, che non possono farsi se non se mediante una discussione, sembrano superflue per una determinazione di questa specie, in cui poco rileva l'impiegare una maggior precisione. ”

Estratto dalla Lettera del Sig. Jeaurat.

Digitalizzato da Google

Contener poteva - - 37500. piedi cubici.
L'aria di un pari
volume pesava - - 3192. libbre,
supponendo il peso dell'aria di 784 grani per ogni piede cubico. Ma il Gaz del Sig. di Montgolfier essendo d'una gravità minore della metà di quella dell'aria atmosferica, il suo peso era di 1596 libbre: adunque l'equilibrio era rotto di 1596 libbre, dal che bisogna diffalcare il peso del Pallone, quello della gabbia, del castrato, ec. 900 libbre. Rimaneva adunque netta una forza di 696 libbre, che avrebbe potuto ancora essere elevata. Questa bella Macchina di tela di filo e di cotone era dipinta dentro e fuori a guazzo: nel colore della parte interiore erasi mescolata della terra d'allume come atta a resistere al maggior calore.

Ottanta libbre di paglia, e cinque libbre di lana tagliuzzata, bastarono per produrre 37500 piedi cubici di vapore; e senza i due laceramenti della parte superiore, non vi sarebber volute che sole 50 libbre di paglia, siccome erasi il giorno innanzi provato.

Il Sig. di Montgolfier, che aveva avu-

to

Digitalizzato da Google

to l' onore di presentare al Re, prima dell' Esperienza, una nota, in cui annunziava, che la Macchina sosterrebbesi in aria intorno a 20 minuti, e che scorrerebbe uno spazio di 2000 pertiche incirca, erasi con ciò posto al coperto d' ogni critica. Un accidente, che era impossibile il prevedere, massimamente allorchè si vorrà fare attenzione, che era stata fabbricata in quattro giorni e in quattro notti, impedì, che avesse l' intiero suo effetto: ma tuttavia si trattenne in aria otto minuti, e misurò uno spazio di 1700 pertiche. Gli applausi e l' onorevole accoglienza, che per tal soggetto ricevette il Sig. di Montgolfier, bastano per dimostrare, che questa bella Esperienza cagionò ugual maraviglia che soddisfazione. E se l' invidia si attacca ordinariamente a tutto quello, che porta l' impronto del genio, essa in tale occasione non si manifestò che in due o tre oscuri individui, che furon corretti dalle derisioni, che a buona equità eransi meritati.

Digitalizzato da Google

LETTERA

Al Sig. Faujas di Saint-Fond, scrittagli dal Sig. Meusnier, *Ufiziale nel Real Corpo del Genio*.

„ Mi avete fatto istanza, o Signore, perch' io vi comunichi il risultato delle osservazioni comparate, delle quali ebbi l'onore di parteciparvi il progetto e la disposizione, il dì 26 del caduto mese d' Agosto, e che servir dovevano per conoscer la legge, che nella sua ascensione seguirebbe la Macchina Aerostatica preparata per l'Esperienza, che fu fatta il giorno dopo nel Campo di Marte. Queste Osservazioni non eran destinate ad appagare un oggetto di mera curiosità, mostrando fino a quale altezza sarebbe giunto il Pallone: un più utile scopo avevamene suggerita l'idea, che probabilmente non sono stato il solo a concepire; e osservando un mobile voluminoso trasportato in aria ad una considerabile altezza, e sottoposto nella sua carriera all' azione combinata di due forze contrarie, una delle quali varia del con-

Digitalizzato da Google

continuo, come la densità dei differenti strati dell' atmosfera, mentre l' altra dipende altresì dalle leggi della resistenza dell' aria, compresi, che una tale Esperienza offrirebbe un mezzo ugualmente diretto e nuovo, di rischiarare a un tempo due Teorìe, delle quali è nota tutta l' importanza, e di cui l' una appoggiata quasi unicamente sopra astratte considerazioni non ha finora ricevuto dai fatti che un debolissimo soccorso. Forz' era per ciò determinare con precisione, e per istanti conosciuti più luoghi del Pallone nella carriera che ha scorsa, e tal era l' oggetto del piano d' osservazioni, che con premura adottaste. Tre Osservatori per lo meno collocati in differenti posti, e muniti ciascun d' essi d' un quarto di circolo; e d' un pendolo a secondi, dovevano frequentemente misurare l' apparente altezza del Pallone: un istantaneo segnale visibile a un tempo a tutti gli Osservatori, e dato un momento avanti l' Esperienza, servir doveva a conoscere con estremo rigore la respettiva marcia dei pendoli, fra i quali, se fosse stata ignota, una leggerissima differenza avrebbe prodotto degli errori tan-

Digitalizzato da Google

to più considerabili, quanto maggiore è stata la rapidità, colla quale il Globo si è sollevato; e per preparare l' attenzione a questo segnale fuggitivo e indispensabile, lo strepito del cannone doveva precedere ancor di più l' istante, in cui abbandonerebbesi la Macchina a se medesima: per queste successive preparazioni erano necessarii alquanti minuti. Con tali precauzioni, qualora si fosser potute realizzare, avrebbesi avuto per ciascuna posta una serie d' osservazioni fatte in istanti determinati a dovere, e le tre serie unite insieme, cambiate con facilissime correzioni in altre tre, i cui termini corrispondenti fossero simultanei, avrebber dato altrettanti punti della carriera del Globo ascendente, quante osservazioni sarebbonsi avute in ciascuna delle serie corrette. Se soprattutto il tempo avesse permesso di seguirle con gli occhi, finchè pervenuto al punto della sua maggiore elevazione, comparve dopo trasportato lentamente, come le nuvole, seguendo la direzione del vento: le osservazioni moltiplicate in ragione della durata dello spettacolo, avrebber somministrato il completo itinerario della partenza di questa

Mac-

Digitalizzato da Google

Macchina singolare, e la misura delle cause, che influivano sopra il suo movimento.

Tal era, o Signore, lo scopo, ch' io mi proponeva, e per cui sarebbonsi dovuti fare di lunga mano i necessarii preparativi: io trovai ciò non ostante tanta compiacenza e attività nel Sig. d' Agelet, Professore di Matematiche nella Regia Scuola Militare, e Astronomo segnalatissimo; tale speditezza impiegò nell' unire gl' istrumenti e i necessarii Osservatori, fra i quali due celebratissimi Astronomi degnaronsi d' incaricarsene, che prevenuto soltanto alle ore undici del giorno stesso dell' Esperienza, non per questo meno gli venne fatto di tutto disporre, e ciascuno trovavasi al suo posto molto prima dell' ora indicata per la partenza del Pallone. Il Sig. le Gentil della Reale Accademia delle Scienze, osservava sopra alla piattaforma dell' Osservatorio: il Sig. Jeaurat della stessa Accademia si trasferì sul colmo della Guardaroba della Piazza di Luigi XV. e il Sig. Prevost, prima destinato per Passy, fu da particolari circostanze determinato a mettersi sopra uno dei Campanili di Nostra - Signora. Finalmente il Sig. d'

Age-

Digitalizzato da Google

Agelet postatosi sulla Cupola della Scuola Militare, erasi incaricato di fare i necessarii segnali, e dal canto suo pur doveva osservare.

Ma essendo mancato il tempo per concertare con agio e per iscritto la specie e l'ordine dei segnali, che in casi somiglianti tornerebbe bene il moltiplicare; non avendo potuto esser disposte, se non se sul momento e in guisa imperfettissima, le cose necessarie all' esecuzione di quelli, dei quali era convenuto a voce con i suoi cooperatori il Sig. d' Agelet; finalmente la precipitazione assai naturale, ed ancora fatta maggiore dall' impazienza del Pubblico, avendo soverchio affrettato il momento, in cui la Macchina fu lasciata in balìa di se stessa; tutte queste cause unite insieme fecer sì, che la parte dei segnali, dai quali dipendeva principalmente il frutto di questa fatica, andò a vuoto. La bandiera, la cui apparizione preceder doveva l'elevazione del Globo, per ridurre tutti i pendoli a un' epoca stessa, non fu visibile se non dopo che era partito il Pallone, vale a dire in un momento, in cui l'attenzione degli Osservatori

Digitalizzato da Google

tori era intesa di necessità all' oggetto più interessante: laonde questa picciolissima bandiera, che uno degli assistenti del Sig. d' Agelet portava entro la sua tasca un' istante prima, appena venne da un solo osservata, e anche troppo tardi perch' ei ne potesse alcuna cosa concludere: il tiro del cannone giunse pur troppo tardi ad alcuni dei punti d' osservazioni, poichè il Sig. Prevost non l' intese se non se nel momento della sparizione del Globo; ed inoltre le nuvole involarono questo alla vista con tal prontezza, che non sarebbesi potuto notare che un' assai picciola porzione della sua carriera.

Tutto pertanto si è opposto agl' interessanti risultati, che sarebbonsi potuti ritrarre dall' Esperienza del dì 27 del p. p. Agosto; ed è molto desiderabile per ogni riguardo, ch' essa serva d' istruzione per una prova somigliante, se sperar si può di vederla ripetere. Ma siccome per ottener l' oggetto, che vi ho circostanziatamente richiamato alla memoria, richiederebbesi il nuovo sagrifizio d'una Macchina Aerostatica, mentre che mire oggi più estese rivolgeranno probabilmente in altra parte tut-

te

Digitalizzato da Google

te le esperimentali ricerche, che nel genere stesso farannosi, ho proccurato se non più di concludere dalle Osservazioni dei 27 d' Agosto quel poco, che ci possono insegnare; e mi lusingo d' esser riuscito, coll' ajuto di parecchie considerazioni, a ritrarne una delle posizioni del Pallone in modo bastantemente preciso per aver agio almeno di fare un confronto di questo risultato con quello, che somministra la pura Teorìa. Sopra di che io entro nel necessario dettaglio.

Cercando perpetuamente, in mancanza dei segnali, di legare le differenti Osservazioni con alcuna riflessione, che stabilir potesse infra esse una corrispondenza di tempo, mi era io alla bella prima figurato, che l' occultazione del Globo entro l' opacità della nuvola esser potrebbe per tal riguardo di qualche utilità; ma bentosto mi son fatto risovvenire, che questa sparizione essendo gradatamente accaduta, non potrebb' essere stata per li differenti Osservatori un fenomeno simultaneo, e che l' ignota configurazione della nuvola, da cui cadeva anche una copiosa pioggia, doveva naturalmente aver involata agli occhi loro

la

Digitalizzato da Google

la Macchina, più o meno prontamente, secondo il loro dilungamento e la lor posizione. Una tal riflessione mi ha necessitato ad abbandonare le Osservazioni fatte sulle Torri di Nostra-Signora, e nell' Osservatorio, sopra le quali io non aveva alcun indizio, salvo che la divisata occultazione nelle nuvole. Dirò soltanto, che l'angolo d' altezza osservato dal Sig. le Gentil, allorchè perdette di veduta il Globo, era di quattordici gradi e tre minuti, e che allora sembravagli a un di presso nel verticale della Cupola degl' Invalidi, fors' anche alquanto all' Ovest. Il Sig. Prevost osservò nel tempo medesimo quindici gradi.

Ma il Sig. Jeaurat, essendosi trovato a portata di sentire distintamente il cannone, e per fortuna avendo preso nota di quell' istante, non fa d' uopo che calcolare il tempo impiegato dal suono nello scorrere la distanza dalla Scuola Militare alla Guardaroba, per avere fra le sue Osservazioni, e quelle del Sig. d' Agelet, la necessaria corrispondenza. Ecco adunque finalmente un mezzo di confrontare due Osservazioni; e quantunque ci manchi la ter-

Digitalizzato da Google

terza, voi vedrete, come la cura, che si prese il Sig. d' Agelet, di tener talvolta registro delle posizioni, che prendeva il piano verticale del Pallone, osservando il suo moto azzimuttale, può supplire a una tale mancanza, e voi applaudirete certamente all'estrema speditezza, con cui quell' Astronomo seppe accumulare le Osservazioni in sì corto spazio di tempo, malgrado la rapidità del mobile, cui egli aveva a seguire, e che rendeva anche più sensibile la vicinanza. Io quì vi trascrivo i due giornali d' Osservazioni, tali quali ha avuto la bontà di farmi avere il Sig. d' Agelet.

Il vento, che allora soffiava, era nella banda del Sud-Ovest, e portava il suono quasi affatto direttamente sopra la Guardaroba: il tempo di questo tragitto è quello, che quì trattasi di valutare.

Digitalizzato da Google

I.

Osservazioni fatte dal Sig. d' AGELET nella Cupola della Scuola Militare. Pag. 62.

Tempo segnato dal Contatore.		*Angoli d' altezza del Pallone.*	*Angoli di declinazione del Pallone verso il N. E. contando dalla sua partenza.*
$5^{o.}\ 1^{m.}$	Prima cannonata.		
$5^{o.}\ 1^{m.}\ 5^{s.}$	Seconda cannonata.		
$5^{o.}\ 2^{m.}$	Il Pallone è già all' altezza della Cupola.	o o	6 in $7^{gr.}$
$5^{o.}\ 3^{m.}\ 32^{s.}$	. . . . .	$53^{gr.}$ 40′	$20^{gr.}$
$5^{o.}\ 4^{m.}$	. . . . .	$59^{gr.}$ 40′	$30^{gr.}$
$5^{o.}\ 4^{m.}\ 53^{s.}$	Pioggia grande.	$53^{gr.}$ 37′	
	10 secondi incirca dopo questa osservazione il Pallone sparì affatto nelle nuvole.		
$5^{o.}\ 7^{m.}$	Il Pallone ricomparve per un istante.	$33^{gr.}$	$67^{gr.}$ 15′

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Osservazi
Reale a
daroba

Tempo segi dal Contatore
5°. 0m.
5°. 2m.
5°. 4m.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

In un'aria tranquilla, e secondo Esperienze altre volte fatte con estrema attenzione dalla Reale Accademia delle Scienze, il suono scorre all'incirca cento settanta tre pertiche per minuto secondo, e si diffonde per ogni verso con la medesima velocità intorno al punto, in cui vien eccitato; ma se la massa totale dell' aria circostante è trasportata da qualunque vento, essa è una nuova velocità da aggiungersi alla prima per tutti i luoghi, che son sotto vento: per lo contrario convien sottrarla per tutti i punti, ai quali non giungerebbe il suono, se non se rimontando contro l' origine del vento, e per le medie direzioni, la reale velocità del suono risulta da quella, che gli sarebbe propria in un'aria tranqnilla e da quella del vento, insieme combinate secondo le ordinarie leggi della composizione delle forze. Ma giudicando della velocità del vento, che soffiava il dì 27 d' Agosto, dallo spazio d' ottomila secento cinquanta pertiche in circa, ch' esso fece scorrere al Pallone pel tratto di quarantacinque minuti, che questo mobile si trattenne in aria prima di cadere in Ecouen presso

Go-

Digitalizzato da Google

Gonessa, trovasi che era a un di presso di diciannove piedi, o di tre pertiche per minuto secondo. Adunque 176 pertiche incirca di velocità conviene attribuire al suono per minuto secondo nella direzione di questo vento; e quand' anche la velocità di questo fosse stata mal calcolata, si vede, che l'errore, che ne risulterebbe sopra quella del suono, sarebbe presso che insensibile. Dividendo adunque le 1095 pertiche di distanza, che sono fra la Scuola Militare e la Guardaroba, per 176, si trova, che il colpo del cannone dovette giungere a questo secondo posto in 6″ 13‴ o 6 secondi, e un quarto in circa.

Ciò posto, quando fu sparata la prima cannonata alla Scuola Militare, il Calcolatore del Sig. d' Agelet segnava 5 Or. 1′. Adunque segnava 5 1′ 6 $\frac{1}{4}$ quando il tiro fu udito alla Guardaroba; e siccome allora il pendolo del Sig. Jeaurat non segnava secondo le sue Osservazioni se non se 5 or. 0′ 20″, ne segue, che ritardasse sul Calcolatore del Sig. d' Agelet di 46″ $\frac{1}{4}$ a un di presso. Aggiungendo adunque questa differenza a tutte l' epoche date dal Sig. Jeaurat, avrannosi le due serie d' osser-

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

TAVOLA comparativa di osservazioni fatte alla Scuola Militare e alla Guarda-Roba. Pag. 65.

Osservazioni fatte alla Scuola Militare.			*Colonna de' tempi di ciascheduna osservazione comune a tutte due le serie.*	*Osservazioni fatte alla Guarda-Roba.*	
	Angolo di altezza apparente.	*Angolo di declinazione verso il N. E.*			*Angolo di altezza apparente.*
Tre colpi di cannone.	. . . . .	. . . . .	$5^{o}.\ 1^{m}.\ 0^{s}.$		
			$5^{o}.\ 1^{m}.\ 6^{s}.\frac{1}{4}$	Si sente il terzo colpo di cannone.	
Il Pallone è all' altezza del domo.	$0^{g}.\ 0'$	6 a $7^{g}.$	$5^{o}.\ 2^{m}.\ 0^{s}.$	. . . . .	$0^{g}.\ 0'$
			$5^{o}.\ 2^{m}.\ 46^{s}.\frac{1}{4}$	Si vede il Pallone andar rapidamente e declinare a man destra	
	$53^{g}.\ 40'$	$20^{g}.$	$5^{o}.\ 2^{m}.\ 52^{s}.$		
	$59^{g}.\ 40'$	$30^{g}.$	$5^{o}.\ 4^{m}.\ 0^{s}.$		
Gran pioggia.	$53^{g}.\ 37'$	. . . . .	$5^{o}.\ 4^{m}.\ 53^{s}.$		
Il Pallone sparisce nelle nuvole circa 10″ dopo quest' osservazione.	. . . . .	. . . . .	$5^{o}.\ 5^{m}.\ 6^{s}.\frac{1}{4}$	Il Pallone sparisce.	$28^{s}.\ 40'$
				La pioggia impedisce affatto di osservarlo.	
Il Pallone ricomparisce.	$35^{s}.\ 9'$	$67^{s}.\ 15'$ . . .	$5^{o}.\ 7^{m}.\ 0^{s}.$		

Digitalizzato da Google

servazioni ricondotte a un tempo medesimo. Tale si è l'uso di questa cannonata notata dai due Osservatori, e senza cui era certamente impossibile l'indovinare la differenza, che trovavasi fra i loro pendoli, per quanto essenzial fosse il conoscerla. Voi concepite, come un segnale visibile sarebbe stato anche più sicuro, e che la luce movendosi per istanti non vi sarebbe stata veruna riduzione da farsi. Ma ecco sempre le osservazioni ragguagliate, ed io ho in conseguenza unito i due giornali in una sola Tavola, i cui tempi son presi sul Calcolatore del Sig. d'Agelet. Vi ho supposto l'angolo del Pallone nullo unitamente per li due punti d'osservazione, perchè sono di fatto quasi del tutto nel livello medesimo, secondo l'osservazione, che fece ancora il Sig. d'Agelet per assicurarsene.

Digitalizzato da Google

Presenta frattanto questa Tavola un accordo appagantissimo fra la successione dei fatti, quali han dovuto comparire in quei due punti, l'uno dall'altro dilungati d' una considerabile distanza: ne risulta, che la grossa pioggia fecesi sentire alla Scuola Militare tredici in quattordici minuti secondi prima, che alla Guardaroba; e di fatto le nuvole provenendo dal Sud Ovest doveva esservi per tal riguardo una differenza, tuttochè sia lontanissima da dipendere unicamente dalla velocità del vento: quella, con cui propagasi la causa qualunque siasi, che precipita i vapori sospesi nell'atmosfera, è molto più il vero elemento di questa successione, e sarebbervi per tal soggetto delle considerazioni da svilupparsi per avventura sommamente interessanti per l' oggetto delle meteorologiche osservazioni; ma io non mi scordo, che questa lettera ne ha uno affatto diverso, e io mi limito a farvi osservare le circostanze, che servir possono a provare il grado di fidanza, che merita la Tavola, ch'io vi presento. L'intervallo a un di presso di 3 secondi, di cui si vede, che la sparizione del Globo per la Scuo-

Digitalizzato da Google

Scuola Militare, ha preceduto la sua occultazione nel sito della Guardaroba, dipende ancora dalle cause stesse; ed è cosa semplicissima, che la pioggia, la quale allora cadeva, per qualche poco contribuisse a toglierlo alla veduta degli Spettatori. La Tavola comparativa da me stabilita, porta adunque tutti i caratteri di verità atti a farla riputare un' esatta istorica esposizione di quanto avvenne nella breve durata dell' Esperienza dei 27 d' Agosto. Passiamo ora all' uso, che può farsene.

L' oggetto di questa comparazione delle Osservazioni fatte in due differenti luoghi, si era il trovarne per lo meno due, che fosser fatte nel tempo stesso, e per conseguenza appartenessero ad una posizione unica del Pallone; ma la Tavola, di cui si tratta, non presenta osservazioni così simultanee: fra l' epoche del Sig. d' Agelet, quella, che trovasi la più vicina al solo istante, in cui il Sig. Jeaurat abbia presa l' altezza del Pallone, lo precede ancora di 13 secondi e $\frac{1}{4}$; e lo spazio, che il mobile dovette percorrere in questo intervallo, è molto più considerabile del bi-

Digitalizzato da Google

sogno per cagionare un grosso errore, qualor s' intraprendesse di combinare insieme queste due osservazioni . Voi vedete, Signore, che, se il tempo e le circostanze avesser permesso di moltiplicarle da una parte e dall' altra, questo imbarazzo troverebbesi molto scemato; minore intervallo fra le Osservazioni avrebbe lasciato la libertà di fare su i tempi dei cambiamenti senza conseguenza, o piuttosto essendo ciascheduna serie bastantemente numerosa per presentare fra i suoi termini una qualunque legge, sarebbesi potuto senza sensibile errore calcolare molto semplicemente quelli, che sarebbonsi dovuti intercalare. Ma fa di mestieri il servirsi di questa Tavola, qual' essa è, e supplire alla sua insufficienza, proccurando di trovare un angolo d' altezza, che inserito in una delle due serie possa considerarsi come spettante all' istante medesimo, che alcuna delle osservazioni dell' altro.

Ora prima di tutto io osservo, per la legge, che seguono fra essi gli angoli d' altezza osservati dal Sig. d' Agelet, i quali, dopo d' essere stati in aumento, già avevano principiato a scemare nel momen-

Digitalizzato da Google

mento della penultima sua Osservazione, che allora il Pallone veniva a passare pel punto della sua curva, ove la sua mutazione di sito meno influiva sull' altezza apparente osservata dalla Cupola della Scuola Militare; di modo che picciolissime differenze sopra questi angoli d' altezza, ne avrebbero allora cagionate grandissime sopra il luogo reale del mobile. Sarebbe adunque un' operazione sommamente soggetta a errore, quella d' intercalare un termine di più nella serie delle osservazioni del Sig. d' Agelet, quand' anche fossimo certi di calcolarlo in una guisa molto approssimante; ed è assai più sicuro il fare una tal correzione nel Giornale della Guardaroba, la cui posizione verso l' interno della concavità della curva descritta dal Globo, ne rende gli errori infinitamente meno rilevanti. Ho io pertanto cercato, quale avrebbe avuto ad essere all' incirca l' angolo d' altezza trovato dal Sig. Jeaurat, qualora egli avesse osservato il Pallone nel tempo medesimo, che il Sig. d' Agelet, o 13 secondi e $\frac{1}{4}$ prima di quello ch' ei facesse.

Se la reale altezza del Globo, allorchè

Digitalizzato da Google

disparve pel Sig. Jeaurat, ci fosse nota, di pari che la legge del suo movimento, il calcolo dell' angolo, sotto il quale gli avrebbe dovuto comparire 13" prima, sarebbe così facile da farsi a rigore come sarebbe inutile: ma quì si tratta di fare delle supposizioni, e tutta l' arte consiste nel prenderle in guisa, che qualunque errore possano contenere, esse ne producano uno eccessivamente minore; od anche non ne producano del tutto sopra il risultato, che si cerca: un' applicazione di questo metodo si è quella, che ha somministrato all' arimmetica la regola delle false posizioni: dessa è altresì, che dà all' analisi il numero maggiore di queste approssimazioni per serie infinite, senza le quali altri sarebbe costretto ad abbandonare molte questioni.

Avrei io adunque potuto supporre semplicissimamente gli angoli d' altezza proporzionali ai tempi scorsi, e dedurre in conseguenza sopra l' angolo di 28 gr. 40' osservato dal Sig. Jeaurat, una quantità proporzionale ai tredici secondi e un quarto, de' quali dee avanzarsi la sua osservazione: Ma per esser

Digitalizzato da Google

ser più esatto ho fatto uso delle seguenti ipotesi.

I. Che l' accelerazione del moto non tarda ad esser distrutta dalla resistenza dell' aria, di modo che in capo a un tempo cortissimo la velocità cessa sensibilmente di crescere, finchè per lo contrario essa giunge effettivamente a scemare. Allora il moto diviene quasi uniforme, e si posson supporre le altezze del Pallone a un dipresso proporzionali ai tempi, almeno per una parte molto considerabile della sua carriera, e per istanti poco differenti.

II. Che gli spazii scorsi orizzontalmente nella direzione del vento, lo sono altresì con una velocità sensibilmente uniforme, se non più dopo i primi istanti.

III. Che l' altezza del Pallone, allorchè dal Sig. Jeaurat fu perduto di vista, era fra le 450 e le 500 pertiche, siccome accordansi ad indicarlo la maggior parte delle approssimazioni, che sono state pubblicate.

Del rimanente la rigorosa verità di tutte queste supposizioni è di sì poca rilevanza pel risultato, che si cerca, che cal-

Digitalizzato da Google

colando successivamente dalle due altezze di 450 e di 500 pertiche, le quali però differiscono molto infra esse, il valore dell'angolo, che bisogna avere, non varia che di soli 13 minuti; e adottando la prima e la più semplice delle nostre ipotesi, quantunque probabilmente la più difettosa, essa non aggiunge 1' a questa incertezza; di modo che l'angolo, sotto il quale il Jeaurat avrebbe dovuto vedere il Pallone, osservando 13 secondi e $\frac{1}{4}$ prima, è necessariamente fra 26 gr. 24′ e 26 gr. 38′. Ora io osservo, come questa differenza d'un quarto di grado, non ne produrrebbe una di quattro pertiche sopra l'altezza reale del Pallone, e in conseguenza io mi determino pel valore a un di presso medio di 26 gr. 30′, per lo quale egli è conseguentemente probabilissimo che non vi sia da temere un errore di due pertiche. (*)

Adun-

(*) Ecco il calcolo di queste differenti determinazioni: si trova, che il tempo scorso da 5 or. 2′, quando il Globo era al livello dei due luoghi d'osservazione fino a 5 or. 5′ 6″ $\frac{1}{4}$, momento dell'osservazione del Sig. Jeaurat, è di 186″ $\frac{1}{4}$; mentre vuolsi avere l'al-

tez-

Digitalizzato da Google

Adunque apparisce, che si può ragionare adesso come se esistessero nella Tavola due simultanee Osservazioni come segue.

---

tezza apparente per un momento anteriore a questo di $13'' \frac{1}{4}$, o in capo a un tempo di $173''$ solamente. Così dalla prima supposizione, che i tempi sieno come le altezze, si avrà la proporzione: $186'' : \frac{1}{4}\ 173'' ::$ l'angolo osservato o 28 gr. 40′ : l'angolo ricercato. Trovasi per conseguenza quest' angolo di 26 gr. $37' \frac{1}{2}$ all' incirca. Tale si è il risultato della prima determinazione.

Quanto alla seconda, per la quale si è supposto elevato il Pallone 500 pertiche, allorchè appariva al Sig. Jeaurat sotto un angolo di 28 gr. 40′, si trova, risolvendo il triangolo rettangolo, che allora avrebbe dovuto esser dilungato orizzontalmente dalla Guardaroba di 914 pertiche, e per conseguenza avere scorso per appressarsene uno spazio di 181 pertiche, poichè erane lontano originalmente 1095. Facendo adunque le due proporzioni dei tempi con gli spazii corsi tanto orizzontalmente, che in ascensione, ne risulta, che $13'' \frac{1}{4}$ prima non avrebbe avuto che un' elevazione di 464 pertiche, e sarebbe ancora stato distante dalla Guardaroba 926 pertiche. Questi due dati bastano per calcolare in questo caso l'altezza apparente, che sarebbe stata di 26 gr. 37′ all' incirca.

Facendo finalmente lo stesso calcolo per un' altezza supposta di 450 pertiche, il valore, che si ottiene per l'angolo ricercato, è di 26 gr. 24′.

Ecco pertanto tre valori, i cui limiti non differiscono fra essi di 15′. Ma per una distanza di 936 pertiche, che corrisponde alla supposizione la più forzata, 15 minuti non vagliono che 4,041 pertiche: adunque non vi ha da temere un errore di due pertiche, assumendo un medio valore.

Digitalizzato da Google

a 5. or. 4′ 53″	Il Sig. d' Agelet ha osservato 53. gr. 37′	Il Sig. Jeaurat ha osservato 26. gr. 30′

Ciò posto se si conoscesse nel tempo medesimo la distanza, in cui trovavasi il Pallone da uno de' due punti, non vi sarebbe che da risolvere un triangolo per concluderne l'elevazione, e coll'apprezzare questa distanza a stima sono state calcolate le altezze, delle quali si è reso conto al Pubblico: metodo, per cui non fa bisogno d' aver più punti d'osservazione. Ma è ora possibile l'avere un mezzo più preciso, e dedurre dalle due altezze apparenti, che abbiamo, qual fosse a un dipresso il punto del terreno, al quale corrispondesse il Globo, e conseguentemente la sua distanza in ciascuno dei due punti d'osservazione.

Per ciò io considero una perpendicolare all' orizzonte abbassata dal Pallone. Il punto, in cui essa incontra il piano orizzontale, è quello, che noi abbiamo a cercare. Ora questa verticale è evidentemente l'altezza comune di due triangoli rettangoli,

Digitalizzato da Google

goli, le cui basi sono le distanze del piede di questa verticale a ciascuno dei due punti d' osservazione, e che hanno per angolo alla base l'altezza apparente osservata dal punto, al quale appartiene ciaschedun triangolo. Quindi risulta, che le distanze del piede di questa perpendicolare a ciascheduno dei luoghi d' osservazione, sono in un rapporto noto, vale a dire come le tangenti dei compimenti degli angoli d' altezza osservati: rapporto, il quale pel valore de' nostri angoli si trova esser quello dei numeri 7368 e 20057. Noi adunque ora sappiamo, che nell' istante delle due Osservazioni, delle quali si tratta, la distanza orizzontale del Globo, per rapporto alla Scuola Militare, era alla sua distanza per rapporto alla Guardaroba, come 7368 è a 20057. Vi prego di principiare a rivolger gli occhi sopra la carta unita a questa Lettera.

Ma questa condizione non basta per determinare la projezione, che cerchiamo: un numero grande di punti aver possono la medesima proprietà, e con risolvere il problema semplicissimo, al quale dà motivo una tal questione, si trova, che tutti

Digitalizzato da Google

ti quelli, che appartengono a un circolo M P N, il cui centro C sia 171 pertiche dalla Cupola della Scuola Militare, nella direzione prolungata della Guardaroba, ed il cui raggio sia di 465 pertiche, soddisfanno a questa condizione, che le loro distanze dalla Scuola Militare e dalla Guardaroba sieno nel rapporto assegnato. (*) Adun-

---

(*) Siano A e B (Fig. 2) i due punti dati: Q M Y la curva tale, che le distanze M A, M B sieno in un costante rapporto, o come numeri noti, che noi disegneremo per m ed n. Adottiamo le seguenti denominazioni: A B $= a$; A P $= z$; P M $= y$; si avrà $\overline{A M}^2 : \overline{B M}^2 :: m^2 : n^2$; e per conseguenza $z^2 + y^2 : (a - z^2) + y^2 :: m^2 \; n^2$, donde si trae l'equazione $(n^2 - m^2) y^2 + (n^2 - m^2) y^2 + (n^2 - m^2) z^2 + 2 a m^2 z - a^2 m^2 = 0$, la quale appartiene evidentemente al circolo, poichè i coefficienti dei quadrati delle coordinate sono eguali.

Ma sia C un punto qualunque, come A C $= b$, dal qual punto partano le abscisse, di modo che C P sia denominato x, si avrà evidentemente A P $=$ C P $-$ A C, ovvero $z = x - b$. Mettendo per z questo valore nella sopra esposta equazione, e determinando b in guisa, che il coefficiente di x svanisca, si avrà $b = \frac{a m^2}{n^2 - m^2}$, e l'equazione diverrà $X^2 + y^2 = \left(\frac{a m n}{n^2 - m^2}\right)^2$ equazione d'un circolo, il cui raggio è $\frac{a m n}{n^2 - m^2}$, prendendo

Digitalizzato da Google

Adunque il nostro problema è ancora indeterminato.

Eccoci al momento, o Signore, in cui voi rilevate con evidenza la necessità d'una terza osservazione. Imperciocchè combinandola con alcuna delle due, che abbiamo, ne sarebbe risultato nel modo stesso un altro circolo, sopra di cui avrebbe dovuto ancora trovarsi il punto ricercato, e per conseguenza l'intersezione dei due circoli avrebbe dato a rigore questo punto. Allora calcolando la reale altezza del mobile pel mezzo della sua distanza ad alcuno dei tre luoghi d'osservazione, avremmo avuto molto semplicemente la sua assoluta posizione. Tal era il metodo, ch' io aveva ad esporre, per trovar facilmente la situazione d' un punto nello spazio pel mezzo di tre simultanee osservazioni.

Ma noi ne abbiamo soltanto due, e si tratta d'impiegare qualche altro mezzo per trovare all' incirca il punto del cir-

---

do A C, e C F, quali si hanno da questo calcolo, e sostituendo per *a*, *n*, *m*, i numeri 1095, 7368, e 20057, saremo in istato di descrivere il circolo, che conviene alle due osservazioni, che esaminiamo.

Digitalizzato da Google

circolo, al quale corrispondeva il Pallone. Ora ciò è appunto quello, a che potrannoci condurre varie considerazioni.

Io osservo innanzi a tutto, che se la direzione del vento, che allora soffiava, fosse nota con precisione, altro far non si dovrebbe, che tirare dal punto B, onde partì il Pallone, e che è distante dalla Cupola della Scuola militare 129 pertiche, una linea B V secondo la direzione del vento: essa taglierebbe evidentemente il circolo al punto ricercato. Ma quantunque sappiasi, che il vento spirava allora dal Sud-Ovest, questa sorta d' indicazione fondata sopra una semplice apparenza è molto lungi dal grado di necessaria precisione per l' oggetto che quì ci tiene applicati; ed oltre che la medesima dar non potrebbe della direzione del vento se non se un' idea approssimante a 10 o 12 gradi incirca, essa non può d' altronde render conto delle forti ed istantanee variazioni, che con tanta frequenza vi sopravvengono, quando lo stato dell' aria non è fisso; adunque non si posson dedurre che vaghissime indicazioni di questa specie di dato.

Avrem-

Digitalizzato da Google

Avremmo ancora un' assai semplice maniera di determinare il punto, che cerchiamo, se la cura, che si prese il Sig. d' Agelet, di misurare così spesso gli angoli di declinazione verso il Nort - Est, avesse potuto somministrarci un' osservazione di questo genere pel momento, di cui quì si tratta; imperciocchè tirando una linea E Q, formante con la linea del mezzo del Campo di Marte un angolo uguale a quello, che sarebbe stato osservato, questa linea avrebbe evidentemente tagliato il circolo nel punto, che si desidera di determinare. Ma per mala sorte quest' angolo manca nella Tavola rispetto all' osservazione, che ci tiene occupati, e le altre ne son troppo dilungate, onde possiamo pensare ad intercalar questo.

Osservo non pertanto, come ad onta di questa apparente scarsezza d' ogni specie di mezzi, è possibile il fare un uso grande degli angoli di declinazione, osservati negli altri istanti: di fatto servir possono questi a dare una molto giusta idea della carriera del Pallone nel senso orizzontale; e l' ultimo soprattutto osservato più di 5' dopo la sua partenza, e quando aveva già

Digitalizzato da Google

già acquistato un' altezza molto considerabile, sarà tanto più utile a questo oggetto, quanto è infinitamente da presumersi, che il mobile allora uscito dalla regione inferiore, ove i riflessi e le cause locali più influiscono sopra i movimenti dell' aria, doveva da lungo tempo avere acquistato un regolare andamento. Inoltre la distanza grande, in cui doveva allora trovarsi per rapporto al punto di partenza, ne renderebbe i dilungamenti tanto meno sensibili pel nostro oggetto. Adunque determinando, qual' esser potesse all' incirca la posizione del Globo nell' istante di questa osservazione, noi or giudicheremo della vera direzione del vento; e facendo l' operazione medesima per le altre due epoche, nelle quali misurò ancora il Sig. d' Agelet la declinazione, otterremo un complesso di risultati, la cui comparazione potrà servir molto a porci in grado di stendere sulla carta l' orizzontal projezione del real viaggio del Pallone.

Io tiro dunque alla bella prima la linea E T, formante con la linea di mezzo del Campo di Marte un angolo B E T,

ugua-

Digitalizzato da Google

uguale ai 67 gradi $\frac{1}{4}$ di declinazione, che trovò il Sig. d' Agelet, quando vide di nuovo il Globo per l' ultima volta sotto un' altezza apparente di soli 33 gradi. Io son per conseguenza sicuro, che allora il mobile corrispondeva verticalmente ad alcuno dei punti di questa linea. Di più io so pel confronto dei tempi, che essendo la sua elevazione fra 450 e 500 pertiche, siccome ho indicato pocanzi, allorchè sparve pel Sig. Jeaurat, a 5 or. 5′ 6″ $\frac{1}{4}$, doveva essere fra 700 e 800 pertiche a 5 or. 7′ 0″, istante, del quale attualmente si tratta; e appunto per ischivar con cura ogni azzardata supposizione, io quì adotto una così grande latitudine. Calcolando pertanto il triangolo da risolversi per concludere dall' altezza del Pallone, qual fosse allora la sua distanza dalla Scuola Militare, io la trovo fra 1077 e 1231 pertica; e prendendo un punto T, medio fra questi due limiti, tiro la linea B T, che conseguentemente considero come la direzione del vento. Più non si tratta salvo che di determinarla col calcolo; ma io sono tanto più tranquillo sopra la certezza del risultato, che osserva-

Digitalizzato da Google

ta la grande obliquità delle due linee B T, E T converrebbe, sopra la grandezza di questa, che seguisse un errore immenso per cagionare sopra la direzione dell' altra una valutabile differenza . In fatti risolvendo il triangolo B E T, in cui l' angolo E e il lato B E son noti, e supponendo successivamante la distanza E T uguale ai numeri dati quì innanzi per limiti, si trova che l'angolo E B T non può variare, che fra 106 gr. 8′ $\frac{1}{2}$ e 106 gr. 59′ $\frac{1}{2}$. Ecco pertanto la direzione del vento determinata a meno di un grado incirca, ed è probabilissimo, che il Pallone abbia appunto tenuta una tal carriera .

Per esaminare presentemente, come questa direzione quadri con le altre posizioni del Globo, io tiro ancora le linee E Q, E R, formando con la linea del mezzo del Campo di Marte angoli eguali alla altre due declinazioni, che pure ha determinate il Sig. d'Agelet, di modo che l' Angolo B E Q di 30 gradi appartiene a 5 or. 4′, mentre l' angolo B E R di 20 gradi appartiene a 5 or. 2′ 52″, ed io mi fo dal cercare a qual punto della linea

E Q

Digitalizzato da Google

E Q corrispondesse all' incirca il Pallone nel momento, in cui venne osservato.

Io parto sempre dalla supposizione, che nel tempo dello sparimento l' altezza acquistata fosse fra le 450 e le 500 pertiche, e ne concludo col confronto dei tempi, che quella elevazione alle ore 5 4′ fosse fra 290 e 322 pertiche; donde è agevole il conchiudere per la risoluzione del triangolo, la cui apparente altezza, osservata per quell' istante, determina la costruzione, che la distanza orizzontale del Globo, per rapporto alla Scuola Militare, trovavasi allora fra le *169* $\frac{1}{2}$ e le 188 $\frac{1}{2}$ pertiche; ma se la linea B T è in fatti la via, che ha descritta il Pallone, il punto *m*, in cui essa taglia la linea E Q, ne determinerebbe la posizione per l' istante, di cui si tratta, e conseguentemente deve quadrare con i limiti, che abbiamo trovati: di fatto questo è ciò, che segue: imperciocchè risolvendo il triangolo B E *m*, e supponendo all' angolo B E *m* successivamente i due valori trovati più alto, venghiamo ad ottenere per E *m* le due quantità quasi eguali, *179* e 181 pertica, che trovansi, come

Digitalizzato da Google

si vede fra i limiti 169 $\frac{1}{2}$ e 188 $\frac{1}{2}$, e di cui per un accidente singolare la media, salvo error di una pertica incirca, è la medesima. Tutto pertanto si unisce fin quì per confermare, che la linea B T è realmente la direzione del vento, che soffiava nel tempo dell' Esperienza dei 27 d' Agosto, e che il Pallone seguì a un dipresso questa carriera, almeno da *m* fino a T: veggiamo ora ciò, che ci offrirà di vantaggio la prima osservazione del Sig. d' Agelet, che ci rimane ancora ad esaminare sopra il principio del tragitto di questo mobile.

Adottando sempre per limiti dell' altezza del Pallone, nel tempo del suo sparimento, i termini 450 e 500 pertiche, la cui grande latitudine permette in seguito di fare senza errore le più comode supposizioni sopra la legge delle sue successive elevazioni, noi continueremo per tale osservazione a prendere le altezze proporzionali ai tempi: ne risulterà, che all' istante, di cui si tratta, l' altezza del Globo esser doveva fra le 125 $\frac{1}{2}$, e le 139 $\frac{1}{2}$ pertiche; donde concludendo la distanza pel mezzo dell' altezza apparente, che era allo-

Digitalizzato da Google

allora 53 gr. 40′, si troverà ch' era fra i limiti 92 $\frac{1}{2}$ e 102 $\frac{1}{2}$ pertiche. Portando adunque queste distanze, la cui differenza è a mala pena sensibile sulla Carta, sopra la linea E R, alla quale abbiamo veduto, che allora corrisponder doveva il Pallone, si avrà a un dipresso il punto *n*, projezione orizzontale del luogo, che occupava.

Voi senza dubbio stordite, o Signore, nel veder questo punto cadere molto lontano a dritta della linea B *m* T, con cui i risultati, che precedono, sembrava che dovesser farlo coincidere; siccome è impossibile il dubitare della esattezza delle osservazioni, sopra le quali è fondata la sua determinazione; e converrebbe tuttavia supporvi degli errori del tutto improbabili per apportare un notabil cambiamento a questa posizione del punto *n*, mi sembra con evidenza stabilito, che il Pallone siasi dapprincipio mosso verso la dritta, per andare di B in *n*, e che di poi tornasse in *m* pel movimento contrario. Voi potete di fatto richiamarvi alla mente, o Signore, che nel primo minuto del movimento del Pallo-

Digitalizzato da Google

ne, gli spettatori, che circondavano il luogo, donde partì, furon costretti per seguirlo con gli occhi a rivolgersi sempre più verso la Cupola degl' Invalidi ed anche verso l'estremità delle fabbriche della Scuola Militare: lo che quadra perfettissimamente con la direzione *B n*, che abbiam trovata per la prima porzione della sua carriera. (*)

Ma come accordar quest' andatura circonflessa e bizzarra con la direzione del vento, che sembravaci sì ben nota, e che non avrebbe potuto trasportare il Pallone se non secondo la dritta linea *B m*? Ciò è appunto quello, a che sono per condurci naturalmente semplici riflessioni sopra ciò, che ogni giorno avviene nell' atmosfera. Una causa subitanea e accidentale, che cagiona nell' aria un particolar movimento, non impedisce in fatti, che l' in-

(*) Dopo scritta questa Lettera mi disse il Sig. Jeaurat d' aver veduto in fatti il Pallone declinare dapprincipio verso la sua sinistra, prima di determinarsi a seguir la dritta a dimora; ciò ch' egli spiega con questa espressione, che gli parve, che il Globo ascendesse prima obliquamente, indi si drizzasse. Tutto dunque conferma quanto è quì esposto.

Digitalizzato da Google

l'intiera massa non possa essere trasportata secondo una determinata direzione: ne risultano soltanto delle oscillazioni, le quali combinandosi col movimento generale producono delle direzioni oblique e successivamente opposte, fino a tanto che la tendenza all'equilibrio e la dispersione del local movimento in ogni senso abbiano in brev'ora distrutto quelle oscillazioni per non lasciar sussistere se non se l'effetto della causa costante: allora continua l'aria a trasportarsi in linea retta, finchè una nuova causa non vengavi a produrre nuovi turbamenti. Ciò è appunto quello, che secondo tutte le apparenze seguì nel momento, in cui il Pallone fu lasciato in balìa di se. Difatto è impossibile di non adottare il metodo, da cui abbiamo dedotto, col divario nè pur d'un grado, la direzione del vento principale; ma tutto addita, che nell'istante della partenza del Globo, sopravvenisse nell'aria un'oscillazione laterale, che si restituì nel tempo, che impiegò a portarsi da B in *m*; e se si osserva, che ancora nell'istante medesimo le nuvole, formate da lungo tempo, e sospese nell'atmosfera, furono

Digitalizzato da Google

determinate a sciogliersi in pioggia, non riuscirà difficile il trovare delle cause di questa subitanea agitazione (*). Sia com'esser si voglia, l'oscillazione, di cui trattiamo, è indubitatamente accaduta: ma il ritorno del Pallone nella linea B *m* T è una potente ragione per credere, che continuasse a seguirla dipoi, per lo meno a un dipresso.

Forz'è pertanto osservare, che un movimento qualunque siasi nell'aria non potendo mai distruggersi totalmente dopo una sola oscillazione, è molto da presumersi, che il Pallone fosse in seguito tras-

(*) Quando una massa di vapori si condensa per formare la pioggia, il suo volume diminuisce evidentemente nel rapporto della sua specifica gravità a quella della stessa acqua: si fa adunque un vuoto quasi assoluto, il cui effetto si è l'eccitare da ogni banda delle correntie d'aria, che vanno a riempirlo. Ora mi assicura il Sig. le Gentil, che all'Osservatorio pioveva, ed anche assai forte, prima che il Globo si alzasse: quindi segue, che la successiva precipitazione dei vapori avendo principiato nel Sud-Est della Scuola Militare, per propagarsi verso la parte opposta, l'aria dovette esser da principio attratta dalla banda del Sud-Est, e subito dopo nella contraria direzione: la qual cosa basterebbe per se sola a spiegare, come il Pallone fosse da prima trasportato a dritta della linea B T, e poi ricondotto in questa linea.

Digitalizzato da Google

trasportato alquanto verso la parte sinistra della linea B *m* T, per tagliarla di bel nuovo, e fors' anche più d' una volta, prima di tornare a stanziarvi: e se fosse nota la durata dei divisati barcollamenti, saremmo in grado di determinare i differenti punti *μ*, ove seguirebbero questi intersecamenti; ma oltre che siffatta considerazione diverrebbe una minuzia per l' oggetto, che ci tiene occupati, non abbiamo alcuno dei dati di questa specie di problema. Sappiamo soltanto dal Giornale del Sig. Jeaurat, che il Pallone sembravagli, che già si movesse verso la sua dritta sei secondi incirca prima dell' istante, in cui il Sig. d' Agelet lo vide nel punto *n*, ne risulta, che la cima della curva *B n m* è un poco avanti questo punto: dal che apparisce, che il Pallone ponesse sensibilmente più tempo nel restituirsi entro la linea B T, che nell' allontanarsene, e perciò le oscillazioni divenendo sempre più lente (*), ed altronde sem-

bran-

(*) Appunto alle 5^or. 2′ 46″ $\frac{1}{4}$ il S. Jeaurat vedeva già il Pallone declinare verso la sua dritta: aveva dunque allora principiato a restituirsi verso la linea B T; ma

brando, che la velocità orizzontale del Pallone si fosse molto accresciuta a misura che andavasi più elevando, il punto μ non solo dev' essere molto più dilungato dal punto *m*, di quello che questo sia dal punto B; ma ancora molto fuori del circolo M P N, in cui abbiamo veduto, che il Globo corrispondeva soli 53″ dopo l'osservazione del punto *m*, mentre l'oscillazione *B n m* per lo meno duronne 120. Quindi segue, che se fuvvi una seconda oscillazione, molto vi voleva, che fosse terminata, allorchè il Pallone passò sopra al circolo M P N, e che per conseguenza il punto di questo circolo, che allora gli corrispondeva, dev' essere alquanto sopra la sinistra della linea B T; ma la tendenza al rallentamento, che abbiamo riconosciu-

to,

---

ma alle 5$^{or.}$ 2′ il Pallone trovavasi all' altezza della Cupola della Scuola Militare, e si può valutare il tempo, che gli bisognò per acquistare una tale elevazione, all' incirca 8″: trovavasi dunque in moto da 54″ $\frac{1}{4}$ al più, quando terminò la prima parte della sua oscillazione; e siccome non si restituì in *m* che alle 5 $^{or.}$ 4′, ne viene, che impiegasse 19″ di più nel ritorno, e che per conseguenza avesse una patente tendenza a rallentare sempre più i barcollamenti, che conservar poteva l' impressione del primo.

Digitalizzato da Google

to, mostrando a un tempo medesimo una vicinissima disposizione alla totale estinzione dei barcollamenti, è molto da presumersi, che questo dilungamento del Pallone fosse pochissimo considerabile.

Avendo adunque delineata sopra la Carta unita a questa Lettera la carriera, che sembrava essere stata tenuta dal Pallone, e della quale parecchi punti ci son ora noti, tranne ben picciole differenze, torniamo all' oggetto, che ha dato motivo a tutta questa discussione, e che d' ora innanzi diventa molto semplice. Di fatto si trattava di trovare il punto del circolo M P N, a cui corrispondeva il Globo nel tempo delle due confrontate osservazioni della Scuola Militare e della Guardaroba: ora è evidente essere il punto *z* quello, in cui è tagliato questo circolo dalla carriera del Pallone, nè più si tratta che di determinarlo col calcolo. Ma siccome niente ci fa sapere a qual distanza si trovi questo punto dalla linea B T, quantunque sappiamo benissimo, che è pochissima cosa, limitiamoci a cercare il punto *u*, in cui lo stesso circolo è tagliato da questa linea; senza dimenticarci,

che

Digitalizzato da Google

che preventivamente con ciò sappiamo in qual senso sia l' error leggerissimo, del quale sarà suscettibile il risultato. Prendendo pertanto di nuovo i limiti, che quì innanzi abbiamo trovati pel valore dell'angolo E B T, sceglieremo quello che più s' avvicina al punto *u* dal punto *z*, e conseguentemente supporremo l' angolo E B T di 170 gradi per evitare una frazione di minuto, il cui effetto sarebbe quì del tutto insensibile.

Il rimanente più non offre veruna difficoltà, e si termina con la soluzione d' una serie di triangoli, che formerannosi tirando le linee *B C*, *u C* ed *E u*; convien ricordarsi, che la distanza C E, il cui centro del Circolo M P N è dilungato dalla Cupola della Scuola Militare, è di 171 pertica, che il raggio di questo Circolo ne ha 465, e che il punto B, da cui è partito il Pallone, è di 129 pertiche dal punto E. Quanto all' angolo B E G, che ci fa ancor di mestieri il conoscere, e che è formato dalla linea di mezzo del Campo di Marte, e da quella, che viene dalla Guardaroba alla Cupola della Scuola Militare, noi lo prende-

remo

Digitalizzato da Google

remo di 86 gradi, come accordansi ad esibirlo le Carte migliori. Risulta da un tal calcolo, il cui oggetto si è il determinare la linea *E u*, che questa linea, espressa in pertiche e in frazioni decimali di pertiche, è di 315, 67 pertiche (*). Se adunque il Pallone nell'istante, di cui ci occupiamo, avesse corrisposto al punto *u*, in cui la direzione del vento taglia il circolo M P N, la sua distanza orizzontale per rapporto alla Scuola Militare tale allora

---

(*) Ecco l'esposizione di questo calcolo: Nel triangolo B E C si conosce B E di 129 pertiche, C E di 171 e l'angolo B E C, supplemento dell'angolo B E G, che è per conseguenza di 94 gradi. Se ne concluderà l'angolo E B C di 50 gr. 26′, 28; l'angolo E C B di 35 gr. 33′, 72 e la linea B C, di 22′, 2 pertiche: le frazioni dei minuti e delle pertiche essendo espresse in decimali.

Aggiungendo l'angolo E B C, che è stato determinato con l'angolo *E B u*, che sappiamo essere di 107 gr. avremo *u B C* di 157 gr. 26′, 28, e si conoscerà di più nel triangolo *u B C* il lato B C, che è stato determinato, e il lato *u C*, che essendo un raggio del circolo, è di 465 pertiche. Risolvendo pertanto questo triangolo si troverà il lato *B u* di 252, 85 pertiche. Finalmente risolvendo il triangolo *B u E*, ove ora è nota *B u*, B E, e l'angolo compreso, troveremo l'angolo *B E u*, il quale misura la declinazione di 49 gr., 59′, 74 ed *E u* di 315, 67 pertiche.

Digitalizzato da Google

lora sarebbe stata, quale noi l' abbiamo determinata. Ma noi abbiam di sopra veduto, che vi ha ogni motivo di presumere, che allora questo mobile si trovasse in z, alquanto alla sinistra della direzione principale del vento: adunque vi sarebbe alcuna cosa da aggiungere a questa distanza. Siccome però noi non abbiamo alcuno elemento di tal correzione, che unicamente dipende dall' ignota ampiezza della seconda oscillazione, che dovette fare il Pallone nel conservar l' impressione della prima, noi ci limiteremo a considerare questo risultato come un' approssimazione alquanto al di sotto del vero, e lo stesso sarà dell' altezza, che siamo per concluderne.

La elevazione, che acquistata aveva il Pallone nel tempo dell' osservazione, di cui si tratta, si deduce in fatti molto semplicemente dall' altezza apparente misurata dal Sig. d' Agelet dal momento, che è giudicata nota la distanza orizzontale. Risolvendo pertanto il triangolo rettangolo, la cui base è di 315, 67 pertiche, e l'angolo dell'altezza uguale a 53 gr. 37', troveremo che l' altezza ricercata

Digitalizzato da Google

ta del Pallone era alquanto più di 428 pertiche e mezza.

Sarà agevole altresì il concludere da tutto il divisato qual fosse all' incirca l' elevazione del Globo, quando disparve pel Sig. Jeaurat, vale a dire 13 $\frac{1}{4}$ secondi dietro la posizione, che abbiamo determinata: conciossiachè per istanti così vicini l' uno all' altro, si può senza grande errore considerar le altezze come proporzionali ai tempi. Da tale supposizione risulta che nell' istante dello sparimento, di cui si tratta, l' altezza della Macchina fosse di 461 $\frac{1}{3}$ pertiche incirca; questo risultato essendo sempre considerato come un poco troppo debole, di pari che quello, dal quale esso è dedotto, e per le medesime ragioni.

E' finalmente agevolissima cosa il conoscere il punto del terreno, al quale verticalmente corrispondeva il Pallone nell' istante del suo sparimento: altro non occorre che calcolare la sua distanza orizzontale per rapporto alla Guardaroba, donde allora fu osservato sotto un angolo di 28 gr. 40′; questa distanza trovasi per tal mezzo d' 844 pertiche incir-

Digitalizzato da Google

circa. Descrivendo adunque dalla Guarda-roba come centro un arco di circolo di quel raggio, taglierà la carriera del Pallone in un punto *r*, che sarà il punto ricercato. Riportandolo sulla Carta si trova, che cade presso a poco sopra l' estremità della contrada San Domenico al Grosso-Ciottolo a distanze eguali dalla Chiesa di San Pietro, e dalla contrada della Vergine.

Dal metodo, ch' io ho seguito per queste differenti determinazioni, voi giudicherete, o Signore, molto poco utile certamente il confrontarne i risultati con quelli, che sono stati pubblicati: non essendo il calcolo di questi stato fondato se non se sopra stime arbitrarie delle distanze orizzontali, mentre esse sono state quì determinare in guisa scrupolosa; ma è cosa soltanto singolare, che tutte queste valutazioni siensi accordate a fare l' altezza del Globo molto più considerabile di quello che realmente essa fosse. Di fatto aggiungendo le 20 pertiche d' altezza della Cupola della Scuola Militare, dal livello della quale son noverate tutte le nostre altezze, alle 461 pertica, che ab-

Digitalizzato da Google

abbiamo determinate, ancora ve ne mancherebbero 38 per fare le 519, delle quali è stato in più fogli parlato. Quanto all' elevazione di 488 pertiche, che è stata conclusa dall' altezza apparente di 14 gr. 3′, misurata dal Sig. le Gentil nell' Osservatorio, essa trovasi parimente nel caso medesimo: imperciocchè senza supporre, che il Pallone sparisse molto più tardi per questo punto lontano, lo che gran fatto non accorderebbesi con ciò che noi sappiamo della pioggia, ch' eravisi fatta sentire prima che alla Scuola Militare, non è possibile l' ammettere una differenza così grande fra le elevazioni. Del rimanente ciò è appunto quello, che ci è agevole di verificare per mezzo dell' azzimutto del Globo, che dal Sig. le Gentil è stato parimente determinato a un dipresso (*). Tirando in fatti dal punto I, che

(*) Il Sig. le Gentil m' ha spiegato di quanto aveva veduto il Pallone all' Ovest della Cupola degl' Invalidi: ei volle anche tornare sulla piattaforma con un istrumento, per render più perfetta la sua reminiscenza con l' inspezione stessa dei luoghi: e da tale specie d' osservazione fatta di poi, ne è risultato, che l' azzimutto occidentale del Pallone, per rapporto alla Cupola degl' Invalidi, era, allorchè disparve pel Sig. le Gentil, di 2 in 3 gr.

Digitalizzato da Google

rappresenta la Cupola degl' Invalidi, una linea *I r* diretta sull' Osservatorio, e un' altra *L S* due in tre gradi all' Ovest della prima, il punto *S*, in cui essa taglia la carriera del Pallone, sarà il sito, in cui allora esisteva. Ora questo punto vicinissimo al punto *r*, in cui abbiam veduto, che il Sig. Jeaurat aveva perduto la Macchina di veduta, già addita, che non doveva esservi stata una grande differenza fra questi due sparimenti. Ma noi abbiamo un dato più certo nella distanza nota del punto *S* per rapporto all' Osservatorio, che è in circa di 1800 pertiche. Risolvendo pertanto il triangolo formato su questa distanza per l' altezza apparente di 14 gr. 3′, troveremo che nel momento, di cui si tratta, l' elevazione del Globo era di 451 $\frac{1}{2}$ pertiche sopra la piattaforma dell' Osservatorio, e non già di 488: al che aggiungendo 9 pertiche, di cui questa piattaforma è più elevata della Cupola della Scuola Militare (*), avremo 460 $\frac{1}{2}$ per-

(*) Il Sig. le Gentil ebbe la condiscendenza di fare a mia requisizione le osservazioni necessarie per istabilire questa differenza di livello e parecchie altre. L' angolo, sotto del quale ci vide la Cupola della Scuola Mi-

Digitalizzato da Google

pertiche per l' altezza del Globo sopra la Cupola della Scuola Militare nel momento dell' Osservazione del Sig. le Gentil. Questa elevazione alquanto minore di quella di 461 $\frac{1}{3}$ pertiche, trovata per l' osservazione del Sig. Jeaurat, la quale sappiamo ancora essere un po' troppo debole, prova che l' occultamento del Pallone per l' Osservatorio piuttosto precedette, non che seguisse il suo sparimento per la Guardaroba: la qual cosa è totalmente conforme agl' indizii risultanti dalla direzione del vento, e dalla successione della pioggia.

Quanto all' osservazione del Sig. Prevost, che gli diede 15 gradi in punto, se suppongasi, che il Globo fosse allora in vicinanza del punto *S*, e per conseguenza distante 1700 pertiche in circa dalla Torre meridionale di Nostra-Signora, ne risul-

Militare, più basso del livello della piattaforma dell' Osservatorio, è di 19′ 20″; lo che, stante la distanza di 1570 pertiche, che trovasi fra i due punti, dà le 9 pertiche, delle quali quì io mi valgo. Del rimanente io non ho fatto riduzione alcuna per la differenza del livello reale dal livello apparente, tuttochè sia sensibilissima a questa distanza, perchè converrebbe far la medesima correzione in senso contrario sopra l' angolo dell' altezza del Pallone, e perchè le due maniere riduconsi per conseguenza allo stesso.

Digitalizzato da Google

sulta, che la sua altezza era di pertiche 455 ½ al di sopra del luogo di questa osservazione. Adunque aggiungendo *6* pertiche e mezza, delle quali le Torri di N. S. son più alte della piattaforma dell' Osservatorio (*), con le *9* pertiche, delle quali è più alta della Cupola della Scuola Militare, avremo 15 pertiche e ½ di più da contare per riferire a quest' ultimo punto l' osservazione del Sig. Prevost, ed avremo per questo mezzo l' altezza del Globo di 471 pertica nell' istante di questa osservazione. Questo risultato maggiore di dieci pertiche dei precedenti dimostra, che il Pallone disparve per le Torri di Nostra-Signora intorno a 4″ più tardi, che per l' Osservatorio; e prescindendo da tutt' altra cagione, è in fatti naturalissimo, che il punto più elevato abbia seguito più lungi la carriera della Macchina ascendente.

Voi vedete, o Signore, da questi confronti, come essendo state ricondotte tutte le

(*) Risultato conforme alle osservazioni del Sig. le Gentil, a quelle, che fece già con estrema cura il Sig. Lavoisier, le quali con molte altre compongono un sommamente esteso lavoro, ch' ei si è compiaciuto di comunicarmi, ed al livello di Parigi del Sig. Buache.

Digitalizzato da Google

le osservazioni al verace loro significato, non danno più per lungo tratto di via sì forti risultati per l' elevazione del Globo nei differenti istanti dei suoi successivi sparimenti. Non è derivato l' errore, siccome ho già fatto rilevare, se non se dalle gratuite ed incerte supposizioni, che sono state fatte sopra le orizzontali distanze del Pallone per rapporto ai punti, onde furon misurate le altezze apparenti; dove per lo contrario per la contezza, che ci hanno dato le nostre ricerche della vera direzione, che ha tenuto la Macchina, abbiamo preso delle idee infinitamente più esatte sopra le divisate distanze. Adunque le osservazioni tutte presentemente si accordano fra esse; ed altri potrebbesi anche per avventura maravigliare della precisione, con cui è stato seguito questo Mobile, del quale non prevedevasi gran fatto la rapidità, qualora non si facesse attenzione, ch' erano astronomi d' un merito notorio quelli, che facevano tali osservazioni, e che per le operazioni, nelle quali essi sono sì esercitati, vi fa mestieri d' una ben più delicata giustezza. Di ciò appunto avremo una pro-

Digitalizzato da Google

va di più, quando sapremo, come, malgrado l' esattezza delle da noi ventilate osservazioni, ed i cui angoli, salvo il divario d' un minuto, appariscono giusti, tutti quelli, che le hanno fatte, accordansi nell' esserne pochissimo soddisfatti: ma non andrà guari che ci libereremo da un tale scrupolo; poichè per le distanze maggiori, che noi abbiamo considerate, un minuto di più o di meno, non produrrebbe una pertica d' errore sopra l' altezza reale del Globo ascendente.

Altro adunque, o Signore, non mi rimane, che di unir quì dei risultati, che son dispersi in tutta l' estensione di questa Lettera, e che vi sono andato ponendo sotto gli occhi a misura, che sonomi stati esibiti dal calcolo. A ciò appunto è destinata la seguente Tavola, in cui, in vece d' angoli, i quali non presentano veruna idea netta, vedrete per tutto delle altezze assolute. Ma voi non avrete certamente perduto di vista, che niuno di questi risultati va esente da un errore d' un picciolissimo numero di pertiche, e pregovi soprattutto a rammentarvi, che sopra due di queste altezze l' errore è certamente

Digitalizzato da Google

te in meno: d'altronde io mi fo un dovere di richiamarlo in questa Tavola. Del rimanente dallo stesso suolo del Campo di Marte, e non già dalla Cupola della Scuola Militare, sarannovi contate le elevazioni; e perciò aggiungo a ciascuna l'altezza di questa Cupola, che è di 20 pertiche.

Accenno altresì in questa Tavola la direzione del vento, che abbiamo determinata in una maniera sì approssimante; ma siccome una tal posizione non è stata fin quì riferita che all' asse del Campo di Marte, col quale essa forma un angolo di 107 gradi, bisogna sapere altresì, come questa linea sia inclinata per rapporto alla meridiana per collocar questo vento nella serie dei *rombi* della Bussola. Ora dalle migliori Carte la linea del mezzo del Campo di Marte declina intorno a 43 gradi all'Ovest della meridiana: il vento, che soffiava nel momento dell'Esperienza dei 27 d'Agosto, era adunque fra l'Ovest e il Sud a 30 gradi di questo. E' quì opportuno di farvi osservare, o Signore, che questa direzione non porta sopra Ecouen, ove andò il Globo a ca-

Digitalizzato da Google

dere, e che per lo contrario se ne dilunga di 10 in 12 gradi verso l' Est : ma questa è un' uniformità di più con i fatti: imperciocchè secondo la Lettera, che diede avviso della caduta del Pallone, esso comparve da principio all' Est di Gonessa, prima d' esser trasportato sopra Ecouen. Noi dobbiamo concluderne, che provò nella sua carriera un cambiamento di direzione e due differenti venti, il primo dei quali dev' esser quello, che abbiamo determinato. Ora dai nostri dati troviamo di fatto, che il vento, il quale soffiava nel Campo di Marte, portava a cinque in secento pertiche all' Est di Gonessa.

Quanto ai successivi sparimenti, che pur troverete notati in questa Tavola, le epoche, che vi ho poste, non trovansi per avventura scevre d' un lieve errore, e la supposizione delle altezze proporzionali ai tempi, che ha servito di base alla determinazione d' alcune, non è certamente con rigore esatta: ho anche assegnato l' occultamento per l' Osservatorio, come di due secondi anteriore a quello della Guardaroba, senz' avere per calcolarlo la precisa altezza del Pallone nel momento di questo;

Digitalizzato da Google

sto; ma essendo sé non più sicuro da qual banda esser doveva la precessione, considerando inoltre, che l' Osservatorio ebbe la pioggia molto prima della Guardaroba, e la cagione medesima essendo bastata per porre tre secondi di differenza fra questo ultimo punto e la Scuola Militare, ho creduto di non poter portare a meno di due l'intervallo, del quale si tratta. Ne seguirà, che l' Osservatorio avrà ancora veduto il Globo un secondo dopo la Scuola Militare, e la disuguaglianza di livello dei due punti può benissimo cagionare una differenza somigliante. Sia com' esser si voglia, quì tratterebbesi d' un minuto secondo, qualora pretender si volesse un assoluto rigore, e la picciolezza dell' oggetto rende assai inutile la discussione.

Osserverete finalmente nella tavola, che vi ho annunziato, gli spazii percorsi dal Pallone a seconda del vento, dei quali alcuni vedonsi già determinati nei calcoli, che ho dovuto fare in addietro relativamente ad altri oggetti: ho calcolato gli altri nella medesima maniera, ed a norma delle declinazioni osservate. Quanto alla picciola quantità rilevata dal Signor Gen-

Digitalizzato da Google

Gentil nella direzion del Pallone all' Ovest della Cupola degl' Invalidi, io la ho portata al suo più gran valore, cioè a tre gradi; lo che sempre meglio s' accorda con ciò ch' è stato detto quì sopra intorno le successive disparizioni, e non potrebbe poi sensibilmente alterare la calcolata altezza, ch' è il risultato veramente essenziale (*). Quanto alla distanza percorsa sotto il vento nel punto dell' osservazione delle Torri di Nostra-Signora, per la quale non si è misurata alcuna declinazione, essa è stata calcolata secondo il rapporto delle altre coi loro tempi.

Le deviazioni a destra o a sinistra della principale direzione del vento, sono anch' esse notate in una colonna a parte, di modo che con l' ajuto di questa tavola, si potrà disegnare con somma approssimazione un gran numero di posizioni successive del Globo ascendente per lo spazio.

(*) Per mettere ognuno a portata di verificare questi calcoli, io devo aggiungere quì gli elementi, che vi ho impiegati. L' angolo, che fa la Cupola degl' Invalidi con quello della Scuola Militare, guardate l' una e l' altra dall' Osservatorio, è stato preso, secondo le carte, di dodici gradi e 15′; e quello ch' è compreso tra la linea di mezzo del Campo di Marte e quella, che unisce la Scuola Militare con l' Osservatorio, di 171 gradi.

Digitalizzato da Google

Ris. *delle Osservazioni fatte il dì 27 Agosto 1783 sopra il mino del Globo ascendente, lanciato dal Campo di* Marte. Pag. 106.

Cido . et .	Direzione del vento. Sud-Sud-Oveſt 7 1/2 g. Oveſt. Punto della partenza del Globo a 129 pert. e 43 s. Oveſt della cupola della Scuola Militare.	Altezze del Globo computate dal livello del Campo di Marte.	Diſtanze percorse secondo la direzione del vento.	Deviazioni a dritta, o a ſinistra della direzione del vento.
	La pioggia comincia all' Osservatorio prima della partenza del Globo.			
sera 0 m. 0 s.	Si ſpara il cannone alla Scuola Militare.			
0 1 m. 6 s. 1/2	Si ſente il cannone alla Guarda-Roba.			
2 m. 0 s.	Il Globo è all' altezza della Cupola.	pertiche. 20	pertiche. 14 1/2	pertiche. 17 a dritta.
2 m. 52 s.	. . . . .	tra 145 1/2 e 159 1/2	34	40 idem.
4 m. 0 s.	. . . . .	tra 310 e 342	94 1/2	0
4 m. 53 s.	Grande pioggia alla Scuola Militare.	un poco più di 448 1/2	un poco meno di 252	Una picciola quantità incognita a ſinistra.
5 m. 3 s.	Il Globo ſparisce per la Scuola Militare.	un poco più di 474 1/2	un poco meno di 263 1/2	Idem.
5 m. 4 s. 1/2	Il Globo ſparisce per l' Osservatorio.	480 1/2	265	Idem.
5 m. 6 s. 1/2	Grande pioggia alla Guarda-Roba; il Globo ſparisce.	un poco più di 481 1/2	un poco più di 270	Idem.
5 m. 8 s. 1/2	Il Globo ſparisce per le torri di Nostra Signora.	491	un poco più di 275	Idem.
7 m. 0 s.	Il Globo ricompariſce un momento per la Scuola Militare.	tra 720 e 820	tre 1027 e 1181	0

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Ecco, o Signore, tutto ciò che mi è stato possibile di trarre dalle osservazioni del dì 27 Agosto passato, le quali nè sono state bastantemente moltiplicate, nè a sufficienza complete per dare risultati più positivi e di più rigorosa esattezza. Io per altro ho consegnato nella esposta tavola ugualmente le mie incertezze che quelle determinazioni, delle quali posso fare il maggior conto, ed il tutto vi è disposto in modo, onde si possan distinguere le une dalle altre; ma quanto alla colonna delle altezze, che è il più essenziale, per le viste accennatevi al principio di questa Lettera, voi avete potuto vedere dai ragionamenti e dai calcoli, dai quali io ne ho dedotto molti termini, che questa è la porzion di quell' opera, che merita la maggior confidenza: e senza dir di quelle, delle quali io non ho potuto parlare che dentro a certi confini, le altre sembranmi esatte abbastanza per meritar d' essere confrontate coi risultati somministratici dalla teoria. Quindi, contando quelle che bisognerebbe aumentare d' una picciola quantità, che dipende dalle deviazioni non ben note del mobile a sinistra della direzion

Digitalizzato da Google

zion del vento, in virtù della impressione continuata sin dalla sua prima oscillazione a destra, e che non puossi già supporre se non d'un picciol numero di pertiche; noi avremo in tutto cinque confronti di tale specie a poter fare. Quanto agli spazii percorsi sotto il vento, io li credo abbastanza ben calcolati per mostrare che in questa parte del movimento del Globo v' entrarono grandi irregolarità, specialmente dentro i tre primi minuti; e la celerità orizzontale di dodici in quindici piedi per secondo che in lui appariva nel tempo delle diverse sue disparizioni, fa supporre ancor' essa delle variazioni posteriori, posciachè, conservandola senza alcun aumento, esso non sarebbe, di gran lunga, pervenuto a *Ecouen* in 45 minuti. Ma dipendendo a ciaschedun istante la celerità dagl' impulsi differentissimi del vario successivo soffiar del vento, e dalle differenze, che per cagion dell' altezza ne vengono in un vento, che sarebbe per se uniforme, non deve far meraviglia, pare a me, che questa parte dei nostri risultati sia molto lungi dal presentare qualche ugualità, e dal porgere alcuna specie di legge regolare.

Io

Digitalizzato da Google

Io neppur cercherò di scusar, o Signore, il dettaglio molto esteso, col quale vi ho condotto per entro a questa ricerca, il quale forse l' ha resa a voi fastidiosa altrettanto, quanto per me fu laboriosa; posciachè quanto più complicato ha dovuto esser il corso, che ho intrapreso, altrettanto mi si rendeva necessario il cercar di mettere voi a portata di vederlo e verificarlo in tutti i suoi punti. La colpa è adunque nelle circostanze della prova del dì 27 Agosto: esse più felicemente disposte ci avrebbero somministrate osservazioni, l' esame delle quali sarebbe stato della maggiore semplicità.

Frattanto non ci resta che ricercare per via della teorìa pura quali potevano essere le leggi del movimento del Globo aerostatico, per farne il confronto coi risultati della osservazione; e le ipotesi ammesse fino ad ora per la risoluzione di tal sorta di problemi, saran poste con ciò alla prova la più sicura per rilevare fino a qual punto s' accordino colla natura: ma fa d' uopo determinare prima con somma precisione i dati numerici, che adoperar dobbiamo; ed io tanto più insister deggio

su

su tali determinazioni, perchè in alcune di esse non sono affatto d' accordo negli elementi adottati in sino ad ora da autori, molto però idonei a fare autorità.

Il primo dato importantissimo a stabilirsi è la legge, secondo la quale diminuiscono le densità nei differenti strati dell' atmosfera. Io ammetterò la supposizione già nota che per una serie di punti, de' quali l' elevazione si aumenta con uguaglianza da un termine all' altro, le densità dell' aria formano una progressione geometrica decrescente. Tale ipotesi viene ad essere una conseguenza necessaria della esperienza tante volte ripetuta, la quale ci fa vedere che il volume in una massa di aria va calando appuntino come va crescendo il peso che la comprime: ma tale ipotesi per altro non dovrebb' essere adottata come precisa e rigorosa per tutta l' altezza dell' atmosfera, posciachè essa ci farebbe suppor questa come infinita: bisogna necessariamente stabilire che le densità decrescano, andando in su un po' più rapidamente di quello che c' indica questa legge. Per altro il calore dell' aria diminuendosi anch' esso in proporzione delle

Digitalizzato da Google

le crescenti elevazioni ; ed essendo il rafreddamento una cagione di maggior densità nell' aria, questa cagione deve contribuir a rendere meno pronta la diminuzione della densità stessa, ed a ristabilire dal più al meno la progressione geometrica anzidetta; almeno per tutta la estensione, considerabilissima senza dubbio, che trovasi dalla superficie della terra fino al punto del maggior raffreddamento. E questo in fatti è ciò che confermano le osservazioni barometriche fatte ad ogni altezza e fino sopra le più alte montagne del globo.

In mezzo alle cause locali, che alterano talvolta questa proporzione, le quali tanto minori sonosi trovate, quanto più avanti si è penetrato per le alte regioni dell' aria . I più illustri fisici hanno ben saputo discernere la legge capitale : ed il dotto Signor de Luc, quel grande scrutator dell' atmosfera , ha contribuito più che alcun altro a mettere in piena luce tal verità. La relazione delle densità dell' aria colle differenti elevazioni è adunque un punto, circa del quale sembra che la teorìa tenga il mezzo più giusto in-

Digitalizzato da Google

infra le cause perturbatrici, le quali nè dal calcolo, nè dalla riflessione potrebbero essere preventivamente valutate; e siccome queste irregolarità, manifestateci dalle osservazioni, provengono quasi unicamente dall' influenza inevitabile, che il terreno medesimo delle montagne, su cui sono state fatte quelle osservazioni, ha sopra la temperie dell' aria che lo circonda; così le correzioni imaginate per distruggerne l' effetto, non sembrano applicabili punto al caso presente, in cui si tratta di un corpo alzantesi per l' aria libera, e sgombra per conseguenza da tale sorgente d' inegualità. Lo studio delle montagne non presentandoci a tal proposito alcuna serie ben ordinata di cognizioni (come penso che ciascheduno ben facilmente s' immagini), egli sarebbe tanto impossibile, quanto a me sembra inutile, lo stabilire alcun sistema di correzione fondato sopra il cangiamento di temperatura a differenti altezze: ed io credo molto più verisimile, siccome ho già detto, il riguardare questa sorgente di variazioni nelle densità come inserviente a rendere la ipotesi teorica ancora più conforme alla natura.

Tali

Digitalizzato da Google

Tali sono le cagioni, che mi hanno determinato di adottare questa supposizione, che le densità seguono una progressione geometrica, i termini della quale corrispondono alle altezze in progressione arimmetica. Aggiugnerò che, a tutt' altre circostanze uguali, dovendo queste densità essere proporzionali alle altezze del mercurio sostenuto nel barometro dal peso dell' aria superiore, la pression della quale viene da quesre altezze misurata, ne risulta la formola, che dividendo la differenza dei logaritimi di due altezze del barometro per la differenza del livello dei due luoghi, a' quali esse appartengono, si deve sempre avere uno stesso costante quoziente. Questo numero invariabile io nominerò quì *modulo barometrico*, la determinazione del quale ci è parimenti necessaria. (*)

(*) Noi siamo frattanto in istato d' esprimere analiticamente la relazione, che trovasi tra le densità dell' aria, e le altezze al di sopra di un certo punto. Imperciocchè essendo le densità come le altezze del barometro, se si chiama D quella, che appartiene al punto più basso, φ una densità qualunque, $\int$ la differenza del livello dei due punti, ed m il modulo barometrico, si avrà

Digitalizzato da Google

Quì conviene far osservare che per una data altezza del barometro, al punto il più basso, e per una medesima differenza di livello, questo numero essendo tanto più grande, quanto l' altra elevazione del barometro è minore, trovasi avere con ciò un positivo rapporto con la densità della colonna d' aria frapposta tra le due stazioni, della quale il peso viene con precision misurato da tale differenza delle due colonne di mercurio. (*)

Ne

---

avrà in conformità di quello, che abbiamo detto $\frac{log.D - log.\Phi}{f} = m$; ed adottandosi i logaritimi ordinarii, si avrà $\Phi = \frac{D}{(10)^{ms}}$; equazione, che assegna la relazione proposta.

(*) E' facile il dimostrare analiticamente che la densità dell' aria è, sotto pressioni uguali, proporzionale al modulo barometrico. Perciocchè sia β un' altezza qualunque del barometro, f l' altezza, alla quale bisogna innalzarsi, perchè la colonna del mercurio si diminuisca d' una quantità infinitamente picciola, m il modulo barometrico, ed a la sottangente della logaritmica, che determina il sistema de' logaritmi, che adottasi. La differenza dei logaritmi delle due altezze del barometro infinitamente poco differenti, diverrà allora una vera differenziale, la cui espressione è $\frac{a\,d\,\beta}{\beta}$; si avrà dun-

que

Digitalizzato da Google

Ne risulta che se molte successive osservazioni, per le quali si fossero geometricamente misurate le altezze, danno a questo numero valori ineguali, le loro differenze avranno un rapporto il più diretto coi cangiamenti locali, che sopravvengono alla densità dell'aria indipendentemente dall'inegualità della pressione; e questo modulo, così determinato per via dell' esperienza, presenterà immediatamente co' suoi successivi valori una tavola la più espressiva di questi diversi effetti, dei quali le cause si saranno potuti misu-

 rare

---

que $m = \frac{a\,d}{\int \beta}$ ed $\int = \frac{a\,d}{m\,\beta}$; ma il peso della picciola colonna d' aria compresa tra le stazioni infinitamente vicine, è evidentemente uguale a quello della picciola colonna del mercurio, che forma la differenza delle due altezze sostenute alle due stazioni: le densità di queste colonne eguali nel peso, sono dunque in ragion inversa delle loro altezze, che sono $\int$ per l'aria e $d\,\beta$ pel mercurio. Essendo dunque Φ la densità dell'aria, e ω quella del mercurio, si avrà $\Phi ; \omega :: d\,\beta \frac{a\,d\,\beta}{m\,\beta}$; dunque $\Phi = \omega \times \frac{\beta}{a} \times m$; equazione, che dimostra che per una data altezza del barometro la densità dell'aria è direttamente proporzionale al modulo barometrico.

Digitalizzato da Google

rare nel medesimo tempo col mezzo di strumenti adattati a tali osservazioni. In questi tempi specialmente, ne' quali portata alla sua perfezione la igrometria col novello istrumento e colle ricerche sì interessanti, onde viene arricchita la fisica dal Signor di Saussure, apresi una nuova carriera ad esperienze di questo genere; in questi tempi, in cui la conoscenza dei cangiamenti, che incontra la natura chimica dell' aria a differenti altezze, va a perfezionare la scienza degli elementi d' una questione fino ad ora tanto complicata; una serie di determinazioni del modulo barometrico, unita alle misure del calore e della umidità, ed ai risultati dell' eudiometro, indicherebbe in un colpo d' occhio l' influenza degli stati differenti dell' aria sopra la sua densità locale: si vedrebbe questo numero accrescersi al secco ed al freddo; diminuirsi, in parità d' ogn' altra circostanza, quando la proporzione d' aria infiammabile fosse stata più grande nel suo mescolamento con l' aria comune: e la quantità assoluta di queste variazioni terrebbe luogo d' ogni altro calcolo, per assegnare il rapporto delle cause fisiche con l' ef-

Digitalizzato da Google

l' effetto, di cui si tratta. Questa considerazione del modulo barometrico sembrami adunque il mezzo il più luminoso ad un tratto ed il più semplice per fare il confronto della regola astratta coi fatti della natura, e se l' illustre Signor di Luc avesse guardato in questo punto di vista le numerose sue osservazioni, piuttosto che rapportarle ad un metodo arbitrario, il quale non è che d' un caso particolare (*);

(*) La regola del Sig. de Luc consiste nel prendere, per la differenza del livello che trovasi fra due luoghi, ciò che dà la differenza medesima de' logaritmi delle altezze del barometro, calcolate fino a sette figure decimali, considerata come esprimente millesimi di pertiche; e tutta la sua fatica ha avuto per oggetto il determinare le correzioni, che convien fare a questo risultato, secondo le diverse temperature. Ora, la proporzione presa quì come perno, su cui aggirare la nuova regola, deriva dal caso particolare, in cui il modulo logaritmico fosse uguale alla frazione 0, 0001; e sembra esservi tanto meno di ragione per dare alcuna preferenza a questo valor particolare, che la temperatura di gradi 16 $\frac{3}{4}$ del termometro ordinario, per la quale il dotto autore ha trovato convenir questo valore senza correzione, non tiene di gran lunga il vero mezzo fra quelle temperature, che trovansi a misura che si va più in alto nell' armosfera. Il metodo, che quì si propone, conduce al contrario a prendere indifferentemente tutti i valori possibili del modulo logaritmico, ed a scegliere, per ciascheduna osservazione, quella che meglio convenga alle circostanze, nelle quali sia stata fatta.

Digitalizzato da Google

le belle fatiche da lui fatte sopra questa materia sarebbero state, per quanto a me sembra, infinitamente meno laboriose, e l' avrebbero forse condotto a qualche regola ancora più semplice di quella, ch' egli ci ha trasmesso. Io credo pure di veder con evidenza che seguendo il piano di esperienze così felicemente cominciate dal Signor di Saussure sopra masse di aria limitate, e variandole, se fosse d' uopo, con arie differentemente mescolate, si verrebbe a molto ben conoscere ciò che facciano il calore e la umidità sopra la densità di questo fluido, per assegnare, a *priori*, tutti i valori, di cui è suscettibile il modulo barometrico, senz' andar in cerca di queste cognizioni per luoghi quasi inaccessibili, dove, per cogliere un solo risultato, fa d' uopo di tutto quel coraggio e di tutta quella costanza quasi ostinata, di cui gl' illustri fisici da me citati ci hanno dati così begli esempli. Oltr' a ciò in tale ricerca, fatta unicamente sulle montagne, trovansi tanti ostacoli, che sono incalcolabili; l' aria vi è bene spesso soggetta a movimenti per direzion verticale, i quali hanno sopra la densità un'

azion

Digitalizzato da Google

azion meccanica, senza che sia possibile misurarne la causa; di più egli è tanto difficile il conoscere lo stato medio della colonna d'aria, che si deve riguardare siccome compresa fra due stazioni, per lo più lontanissime l'una dall'altra, e la misura degli stati estremi è sì lungi dal poter dare questa media, che l'idea di determinare la legge delle densità dell'aria, secondo i diversi stati, per esperienze immediate, mi sembra il solo espediente, onde rischiarare questa parte della fisica ancora molto oscura, e trovare le regole più esatte per misurar le altezze mediante il barometro. Le osservazioni nelle montagne, destinate allora a verificare una teorìa concepita per innanzi, piuttosto che a formarne una, diverrebbero, per quanto a me pare, d'una utilità più sensibile, mentre che sarebbe meno necessario il moltiplicarle: oppure se facesse d'uopo ancora consultar talvolta la natura in quelle orribili solitudini, dov'ella sembra aver cangiato d'aspetto, ciò sarebbe principalmente per conoscere sempre più la composizion chimica dell'aria delle elevate regioni, la quale senza dubbio viene ad in-

Digitalizzato da Google

fluir molto sopra l' intrinseco peso di essa; e questo particolar genere di ricerche sperimentali non presenta poi grandi difficoltà. Ma allor quando si trattasse d' impiegare in una volta tutte le specie d' osservazioni, sia per detetminare co' fatti il modulo barometrico, che convenga ad una composizion particolare dell' aria, sia per verificarne il valore rilevato con altri mezzi, sarebbe almeno mestieri il non prendere stazioni lontanissime l' una dall' altra, per operare più che fosse possibile sopra d' una colonna di aria sottomessa in tutti li suoi punti a circostanze uniformi: e quando si trattasse di far uso del metodo, che io suppongo stabilito su questi fondamenti, per misurare un' altezza incognita, la stessa considerazione indicherebbe, o di scegliere istanti ne' quali lo stato dell' aria non fosse differentissimo alle due stazioni estreme, o di assicurarsi almeno dello stato medio fra di esse con un numero sufficiente d' osservazioni intermedie. Con tali precauzioni, troppo spesso neglette, e senza le quali la miglior pratica non potrebb' esser d' accordo nè pur con se medesima, io dubitar non posso ch' il metodo

Digitalizzato da Google

todo da me proposto non porgesse sopra le altezze i risultati più precisi ; posciach' esso tiene conto di tutto, bisogna necessariamente che sia giusto. Ma non trova quì in acconcio d' entrar a tal uopo in più minuto dettaglio ; il mio oggetto era solamente di far osservare quanto la considerazione d' un modulo barometrico variabile portar possa di semplicità nelle ricerche sull' atmosfera ; e la possibilità, che ho indicata, di applicare alle sue modificazioni in grande delle esperienze fatte in picciolo, e nella quiele d' un laboratorio, deriva soprattutto dalle proprietà di questo numero, il quale sempre mantiene un rapporto intimo con la densità dell' aria, senza riguardo al peso assoluto, di cui è caricato. Io m' affretto adunque di terminare questa digressione, alla quale m' ha spinto l' importanza della materia ; e quantunque ben lungi ancora dall' avere sviluppato a mio piacere le viste novelle, ch' essa mi ha suggerite, faccio ritorno all' oggetto immediato della ricerca attuale, vale a dire alla determinazione del modulo barometrico costante, che conviene adottare per la por-

Digitalizzato da Google

porzion d' atmosfera, nella quale il Pallone aerostatico si è inalzato.

Da ciò che precede sembrerebbe che la legge uniforme delle densità in progressione geometrica si trovasse totalmente distrutta, e che la determinazione d' un modulo barometrico costante divenisse per conseguenza affatto illusoria; ma convien riflettere che tutte le considerazioni da me esposte sulla variazion di questo modulo e sui mezzi di conoscerla', non tendono che a condurre la misura delle altezze ad un grado estremo di precisione, da cui ella non è neppur lontana in adesso; non apportandosi dalle cause irregolari, di cui io ho fatto l' enumerazione, che errori bene spesso mediocri, anche sopra di altezze considerabili. Ripeterò ancora ciò che ho detto dissopra che il mobile, il quale noi abbiam da considerare, essendosi alzato in un' aria libera, vi sono minori variazioni da potersi supporre in questo caso particolare; e quand' anche se ne supponessero di più grandi, non mancan forse totalmente i mezzi di prevederle e calcolarle? Ciò che vi è di più sicuro, e che solo vedesi

di

Digitalizzato da Google

di praticabile nel caso presente, si è dunque l'assegnar un valore a quel numero, che io ho nominato modulo barometrico, purchè nol si riguardi se non come un valor medio fra tutti quelli, che potrebbersi avere a differenti elevazioni; e tutto ci porta a credere che i limiti, fra' qnali questo mezzo dev'esser preso, non abbiano una grande latitudine. Adunque consultando i risultati cogniti, e servendosi de' rapporti stabiliti per via dell'esperienza fra le altezze del barometro e le elevazioni reali, noi dobbiamo determinare il numero, di cui si tratta; ed egli è ben naturale il dar la preferenza a quella raccolta d'osservazioni, che porge a tal proposito più di regolarità. Ora, senz'alcuna contraddizione, l'opera fatta dagli Accademici francesi nella parte la più elevata della Cordelliera del Perù è quella, che offre più d'ogn'altra tale uniformità. La temperatura quasi invariabile di quei climi e la immobilità del barometro stesso, accordano colà alla legge teorica un imperio assoluto; e se studiando le numerose osservazioni che io cito, viene in mente di fare per ciascheduna l'operazione

Digitalizzato da Google

ne aritmetica, onde trarre il modulo barometrico, si osserva con meraviglia uscirne sempre il medesimo quoziente: le altezze essendo espresse in pertiche, questo numero è press' a poco uguale alla frazion decimale 0, 0001035; la regola medesima del Signor Bouguer, la quale consiste nel diminuir d' un trentesimo ciò che dà la differenza de' logaritmi di due altezze del barometro, considerata come millesimi di pertiche, questa regola, che deve riguardarsi come la sostanza di tutte queste osservazioni, essendo ricondotta all' ammissione d' un modulo barometrico particolare, dà precisamente il medesimo risultato, toltone il divario di una unità, dell' ultim' ordine di decimali.

Ma convien osservare che la differenza dei climi può produrre qualche cangiamento a questo numero. La temperatura dell' aria, necessariamente meno fredda nelle montagne, in cui la linea delle nevi perpetue è per 900 pertiche più elevata che in Europa, suppone naturalmente la densità mezzana dell' aria un po' minore, ed il modulo barometrico troppo debole per conseguenza per essere ammesso nel caso pre-

Digitalizzato da Google

presente. Tale considerazione m'ha indotto a percorrere un gran numero d' osservazioni fatte sull' Alpi, ed in particolare quelle, che il Sig. di Saussure ha fatto nel 1781, nella stazion medesima, in cui fu fatta l' esperienza del Campo di Marte. Quantunque in questo confronto io abbia trovato delle assai grandi varietà fra i risultati, ho veduto però che il termine medio del modulo barometrico poteva essere press'a poco uguale alla frazione 0, 0001041: valore un po' più forte, per verità, di quello che si deduce dalle osservazioni del Perù; ma che però non se ne allontana tanto da poter fare una differenza di più di *6* pertiche per un' altezza assoluta di 1000. A tale determinazione io ho creduto dovermi fermare, come alla media la più verisimile; e le osservazioni moltiplici del Sig. de Luc nella montagna di Salève, le quali ancora io ho esaminate con diligenza, m' hanno porto spesso risultati tanto al dissopra, quanto al dissotto di questo numero.

Moltiplicando adunque un' altezza qualunque, espressa in pertiche, per la frazione costante 0, 00010140, noi avremo

Digitalizzato da Google

mo per risultato la differenza, che si troverà fra i logaritmi delle altezze del barometro alle due estremità di questa linea, se vi si potesse portare l'instrumento; e per conseguenza il rapporto delle densità dell'aria a questi due punti. Contando adunque tutte le elevazioni d'un punto fisso preso sul terren medesimo, si avrà per ciascheduna il rapporto della dilatazione dell'aria a questa altezza, con la densità di quella, che avvicinasi al terreno.

Devesi adunque determinar pur anche questa densità dell'aria alla superficie della terra; posciach'essa serve di scala comune, per cui salir a tutte le altre; e questa determinazione trar conviene pur anche dal modulo barometrico; poichè senza dubbio sarebbe cosa ben poco sicura far conto delle supposizioni correnti, le quali al più non son altro che approssimazioni grossolane, come lo sono i risultati dell'esperienza di pesare vasi vuoti e pieni alternativamente di aria. Senza parlare delle variazioni, che incessantemente sopravvengono nella densità del fluido, che consideriamo, il peso de' vasi contenenti essen-

Digitalizzato da Google

essendo sempre incomparabilmente maggiore che quello dell'aria contenuta, quest'ultimo metodo trovasi esposto necessariamente ad errori del medesim'ordine, che il risultato medesimo: ed il poco accordo, che regna fra le determinazioni da diversi fisici pubblicate, dopo esperienze di tal genere, mostra abbastanza il bisogno, che v'è di qualche specie di ricerca più diretta, e soprattutto legata intimamente coi principii, che noi abbiamo fin quì seguiti. In fatti, dopo che noi abbiamo adottata l'ipotesi d'un modulo barometrico costante, convien seguirla in tutte le sue conseguenze; e si vedrà che la densità dell'aria alla superficie della terra si trova determinata dal valore ammesso pel modulo barometrico, unita all' altezza reale del barometro, il quale nel giorno dell'esperienza, di cui si tratta, tenevasi a $28^{po.}\ 1^{li.}\ \frac{1}{2}$

Immaginiamoci per ciò, secondo il ragionamento del Signor de Luc e di alcuni autori più antichi, una elevazione, in cui il barometro si sostenga più basso che alla superficie della terra, d'una quantità qualunque estremamente picciola, come

per

Digitalizzato da Google

per esempio d'una linea: questa altezza avrà la densità d'uno strato d'aria, di cui il peso, sottratto quello dell' atmosfera, darebbe luogo a questa picciola discesa del barometro. Questo peso adunque sarà uguale a quello d'una linea di mercurio, e a norma delle leggi idrostatiche, la densità della porzion d'aria, sensibilmente la stessa in tutti i suoi punti, sarà, relativamente a quella del fluido pesante che le fa equilibrio, nel rapporto inverso delle altezze, che abbiam considerate. Conoscendo adunque la gravità specifica del mercurio, si avrà facilmente quella dell' aria medesima. Questo metodo ridotto in calcolo, colla frazion 0, 0001041, presa per modulo barometrico, indica che per veder il barometro d'una linea più basso che a livello del terreno, cioè, a $28^{po.}\ 0^{li.}\ \frac{1}{2}$, sarebbe bisognato alzarsi a 12, 3823 pertiche o a $84, 2938^{pi.}$ (*): altezza di aria che

(*) I logaritmi di $28^{po.}\ 1^{li.}\ \frac{1}{2}$ e $28^{po.}\ 0^{li.}\ \frac{1}{2}$, queste altezze del barometro essendo ridotte in linee sono 2, 528274 e 2, 526985, la cui differenza è 0, 001289. Dividendo dunque questa differenza per 0, 0001041, che abbiamo presa pel modulo barometrico. si avrà il numero delle pertiche dell' altezza, che cercasi, uguale a 12, 3823.

Digitalizzato da Google

che deve per conseguenza far equilibrio ad una linea di mercurio.

Più non si tratta adunque di altro che della gravità specifica, che dobbiamo attribuire al mercurio medesimo; e bisogna convenire che per l' uso, che ne dobbiam fare, questa determinazione ricercherebbe le più dilicate esperienze. Ma fino a tanto che mancherà alla fisica un' opera cotanto interessante, converrà riportarsi alle tavole delle gravità specifiche, dateci dagli autori riputati per li più esatti; ed io trovo, scorrendo queste tavole, che pel mercurio rivivificato dal cinabro, quale adoprasi ordinariamente nei barometri, e di cui l' ebullizione necessaria alla perfezione di quest' istrumento aumenta ancora la densità, scacciando le particelle d' aria e d' umido, che si trovassero dentro a questo fluido, non si può portar la sua gravità specifica a meno di 13, 996, quella dell' acqua essendo espressa per 1. Dividendo adunque questa espressione pel numero di linee contenute in 74, 2938 piedi, si avrà la gravità specifica dell' aria eguale a 0, 001308: risultato che una operazione più rigorosa

Digitalizzato da Google

porta a 0, 00131 (*). Questa formola differentemente tradotta ci dinota che nella question presente e per l' altezza del barometro soprammentovata, noi dobbiamo considerare la gravità specifica dell'aria alla superficie della terra, come appress' a poco $\frac{1}{1763}$ parte di quella dell' acqua, ed il piede cubico di aria del peso appress' a poco di grani 840. Essendo dunque questo valore della densità primitiva dell' aria sostituito nell' espression generale, che noi abbiamo trovata, per un' altezza qualunque, non resta più niente da determinarsi per tal riguardo, e la densità dell' aria trovasi ormai conosciuta a qualsiasi elevazione.

Io

(*) Tutto questo ragionamento non è infatti che l' espressione grossolana di quello, dal quale abbiamo dedotta in avanti la formola $\varphi = \omega \times \frac{\beta}{a} \times m$, che esprime la densità dell'aria. Facendo, in questa espressione, ω, densità del mercurio $=$ 13, 996; a, sottangente del sistema dei logaritmi ordinarii $=$ 0, 434294; m, modulo barometrico $=$ 0, 0001041; e β altezza del barometro $=$ 28po. 1 li. $\frac{1}{2}$ $=$ 0, 3906 pertiche, si avrà $\varphi =$ 0, 001310; espressione, nella quale una unità dell'ultimo ordine non apporterebbe una grande differenza sopra il peso d'un piede cubico d'aria.

Digitalizzato da Google

Io ben so che questo risultato sembrerà un po' forte, e confesso che preso alla lettera s' allontana alcun poco da ciò che l'opinion generale, piuttosto che una rigorosa determinazione, ha consacrato fin da molto tempo; ma bisogna osservare che il fine presente essendo di stabilire, per valutare le densità dell'aria a qualunque altezza, una specie di legge media, le cui differenze, in rapporto alla legge reale ed incognita, si compensino per una certa estensione; non sarebbe meraviglia, se applicandola ad un caso estremo, qual è quello dell'aria presa al punto più basso dell' atmosfera, essa non porgesse rigorosamente il valore proprio a questo caso particolare. Aggiugnerò essere ciò anche necessario, e che quanto più il modulo barometrico può allontanarsi in certi casi dal numero costante, per cui noi l'abbiamo rappresentato, più ancora l'errore, che noi sospettiamo, dev' essere considerabile, purchè la somma degli errori sia la minore possibile: ed è cosa facile dimostrare che il valore da noi trovato per la densità primitiva è quello che conviene all' oggetto di questa considerazio-

Digitalizzato da Google

ne (*). L' errore reale, di cui può esser suscettibile, è dunque affatto indifferente per l' uso, che dobbiam farne. Ma siccome ci resta ancora un dato ben essenziale da conoscersi a rigore, cioè il peso assoluto del mobile, di cui vogliam calcolare il cammino, e siccome la determinazione di questo peso dipende unicamente da quello dell' aria discacciata dal Glo-

---

(*) Bisogna infatti che l' ipotesi ammessa non cambii punto la somma dei pesi di tutti gli strati dell' atmosfera, e che adoperandola per determinar questa somma, ella si trovi uguale al peso della colonna di mercurio, che era sostenuta dalla compressione dell' aria, dopo l' osservazione, che n' è stata fatta. Or, D essendo la densità primitiva, che noi supporremo ancora incognita, una densità qualunque sarà, siccome abbiamo veduto, $\Phi = \frac{D}{(10)^{ms}}$, e l' espressione $\int (\Phi\, d\, s)$ rappresenterà la somma dei pesi in tutti gli strati; β essendo dunque sempre l' altezza del barometro, ed ω la densità del mercurio, si avrà per conseguenza $\int (\Phi\, d\, s) = \omega\, \beta$; ma realizzando, per l' integrazione, la formola $\int (\Phi\, d\, s)$, dopo aver messo per Φ il suo valore, determinando la costante di maniera che l' integrale svanisca, quando $s =$ e compiendola quando $s = \infty$, si troverà $\int (\Phi\, d\, s) = \frac{a\, D}{m}$; dunque $\frac{a\, D}{m} = \omega\, \beta$ e $D = \frac{\omega\, \beta\, m}{a}$; valore della densità primitiva, che conviene esattamente con quella, che noi abbiamo di sopra determinata per un' altra strada.

Digitalizzato da Google

Globo, quand' esso tendeva ad elevarsi con una forza di 35 libbre, unico dato che abbiamo su tal proposito, questa materia ricerca ancora un ulterior esame.

Non più adunque col confronto delle osservazioni fatte a qualunque altezza abbiamo a cercare lo stato medio dell' aria', per assegnare qual modulo barometrico più convenisse a tutta l' estensione del corso del Globo aerostatico; ma la densità dell' aria alla superficie della terra, e quella, di cui abbiamo specialmente bisogno, e per conseguenza le osservazioni fatte a picciolissime elevazioni, son quelle, che or dobbiamo unicamente consultare; ma io rifletto nel tempo stesso che il minimo errore importa molto in osservazioni di tal fatta, e che una variazione del barometro, la qual fosse quasi insensibile ad un occhio il più esercitato, può in tal caso portare differenze notabili nel risultato che ricerchiamo. Io non farò uso adunque delle osservazioni in picciol numero fatte in Torino dal Sig. de Luc, sì alla sommità che a' piedi della Torre della Cattedrale e della Cupola della Chiesa di Supergue; quelle ch' egli ha fat-

Digitalizzato da Google

to al fanale di Genova, quantunque più moltiplicate, non mi sembrano da doversi quì adoperare a motivo del gran calore di quella stagione e della situazion del luogo sulla spiaggia del mare; le quali cause unite han dovuto metter l' aria in uno stato di saturazion completa per rapporto all' umidità, indipendentemente dall' effetto della temperatura sola sulla densità di questo fluido; e la sua gravità, considerabilmente così diminuita per una doppia ragione, renderebbe molto più debole il modulo barometrico, che trar se ne volesse. Ma io ho pensato che 87 osservazioni fatte pel corso d' un anno intiero, al Campanile di S. Pietro di Ginevra, riunivano, col loro numero e colla diversità delle circostanze, nel mezzo delle quali furono fatte, tutte le condizioni, che quì desiderar si possono. Ora la mezzana fra queste osservazioni, che il Sig. de Luc medesimo ci ha dato, somministra precisamente il medesimo modulo barometrico, che abbiamo adottato di sopra fino all' ultima figura decimale (*). La densità dell'

(*) Questa concordia singolare merita d' essere più par-

Digitalizzato da Google

dell' aria alla superficie della terra sembra adunque doversi ammettere tal quale noi l'abbiamo dianzi stabilita, almeno quanto alla temperatura mezzana di gradi 9 $\frac{1}{2}$ del termometro ordinario, la quale il Sig. de Luc ha trovato tenere il mezzo fra tutte quelle, ch' egli ha osservato nel corso di queste esperienze. Egli è parimente da presumersi che allo stato mezzano dell' aria in quanto all' umidità deve rispondere questa determinazione, posciachè le

particolarmente esposta in questo luogo. Trovasi infatti nel secondo volume dell' opera immortale del Signor de Luc sopra le modificazioni dell' atmosfera, alle pagine 138 e 139, che le altezze medie del barometro alla sommità del campanile di S. Pietro di Ginevra, e al livello del terreno in un luogo poco distante da questa Chiesa, sono state, in 87 osservazioni, di 321, 2 linee, e 323, 9 linee. I logaritmi di questi numeri sono 2, 506776 e 2, 510411; e la loro differenza è 0, 003635. Dividendo dunque questa differenza per quella del livello dei due luoghi d' osservazione, che il Signor de Luc ha trovata, dopo una misura esattissima, di 209$^{pi.}$ 6$^{po.}$, 0 34, 916$^{per.}$ si avrà il modulo barometrico uguale a 0, 00010410; valore che essendo portato, come vedesi, a una decimale di più di quello, che abbiamo adottato di sopra, quadra rigorosamente con essa. Una tale conformità in un caso, in cui l' aria era sì vicina al temperato, mostra ancora che questo valore conviene perfettamente all' uso, pel quale noi l'abbiamo da principio determinato, e che il medesimo esprime esattamente lo stato medio, più probabile dell' atmosfera.

Digitalizzato da Google

osservazioni da noi citate sono state fatte in tutte le stagioni dell' anno; e se pur contar si volesse in qualche modo la vicinanza d' un ammasso d' acque, come il lago di Ginevra, s' inclinerebbe piuttosto a supporvi l' aria più vicina all' estrema umidità che alla siccità, e tale considerazione condurrebbe a far riguardare il valutamento della densità dell' aria, che deriva da queste esperienze, come ancora un po' troppo debole per le circostanze ordinarie. Sembra risultare da questo esame scrupoloso della densità dell' aria, che non portandola ad un $\frac{1}{850}$ od anche a $\frac{1}{800}$ di quella dell' acqua, è stata creduta sempre troppo debole: oppur ci vorrebbe uno strano errore sulla densità del mercurio medesimo nel valore per lui stabilito.

Se si ammetta adunque il risultato, che abbiamo trovato per la densità dell' aria atmosferica, la determinazione del peso assoluto del Pallone aerostatico viene a riuscire molto semplice. Stabiliamone per ciò le dimensioni secondo le misure dateci dai Signori Robert, con tanta precisione senza dubbio, quanta essi ne hanno adoperata nella esecuzion medesima del-

della Macchina. Per comodo del calcolo le frazioni saranno espresse in decimali.

Diametro del Pallone 12pi. 2po.

Ovvero - - - - - - - - - - 12, 166pi.

Circonferenza - - - - - - - - 38222pi.

Superficie d' un gran cerchio del Globo - - - - - - - 116, 260pi. qu.

Superficie intiera del Globo - 465, 041pi. qu.

Solidità - - - - - - - - - - 943, 041pi. cu.

Peso d' un volume d' acqua eguale a quello del Pallone, pesando il piede cubico d' acqua 70 libbre - 66012, 917 l.

Peso del volume d' aria sloggiata dal Pallone; la densità dell' acqua venendo rappresentata per 1, e quella della aria per 0, 00131 - - - - - - - - - - 86, 477 l.

Peso de' materiali del Pallone, non compreso il gaz in esso racchiuso - 25, 000 l.

Eccesso di leggerezza del Pallone un istante prima della sua partenza - - - - - - 35, 000 l.

Conoscendo adunque frattanto il peso dell' aria atmosferica smossa dal Pallone, cioè

cioè la forza assoluta, che tendeva a sollevarlo, noi ne dedurremo ben facilmente il peso reale della Macchina, posciachè aggiunto alle 35 lib., che bisognavano per mantenerla in equilibrio, esso doveva essere uguale alla forza, che noi abbiam determinato. Questo peso totale, che comprende e quello de' materiali del Pallone, e quello del gaz contenutovi, si trova per questo mezzo di 51, 477 l.

Sottraendo dunque ancora da questo numero il peso de' materiali del Globo, che era di 25 libbre, si avrà a parte quello del gaz medesimo, o piuttosto della mescolanza di gaz infiammabile e di aria comune, che riempiva questa Macchina, e si troverà di 26, 477 libbre: numero che, pel suo confronto con il peso d' un ugual volume d' aria atmosferica, che noi abbiam determinato a 86, 477 lib., indica il rapporto delle gravità specifiche delle due arie, e mostra esservi molto a diffalcarsi dall' opinione, che avevasi sulla leggerezza del gaz interno, posciachè il suo peso è quasi un terzo di quello dell' aria ordinaria.

Potrebbesi ancora usar più di rigore nel-

Digitalizzato da Google

nella valutazione di questi differenti pesi, facendovi entrar la temperatura reale dell' aria nella determinazione della sua densità. Quella, che noi abbiamo ammessa, conviene, come si è veduto, ad un calore mezzano di gradi 9 $\frac{1}{2}$, cioè, press' a poco al temperato; mentrechè consultando il Giornale di Parigi, trovasi che nel dì 27 Agosto tenevasi il termometro a 18 gradi; circostanza che deve certamente influire sulla densità dell' aria, e che sarebbe interessante il sapere fino a qual punto. Noi non abbiamo però osservazioni particolari da poter consultare per questa temperatura; o se facesse d' uopo percorrere a calcolare a tal oggetto l' intiera raccolta d' osservazioni del Signor de Luc, questa sarebbe una fatica tanto considerabile, quanto quella ch' egli ha avuto il coraggio d' intraprendere e d' eseguire. Ma ce la risparmiò egli medesimo, e la sua regola di correzione pel calcolo delle altezze, la quale n' è il risultato, indicando, per ciascheduna temperatura, il rapporto, che trovasi fra la differenza de' logaritmi e la differenza di livello, ci somministra una formola generale, per calcolare

Digitalizzato da Google

lare il modulo barometrico, e per conseguenza la densità dell'aria (*). Applicata

(*) Quest' applicazione dell' opera del Signor de Luc, che ha un oggetto così interessante per la fisica, qual è la determinazione della densità dell' aria nelle varie sorti di temperature, merita, siccome a me sembra, di essere sviluppata in questo luogo: ma giacchè la regola, cui ci siamo appoggiati, è fondata sopra una gradazione particolare del termometro, bisogna mostrare da principio il rapporto di questa scala con quella, che è più conosciuta ed usitata.

	Scala del termometro ordinario	Scala del termometro del Sig. de Luc.
Termine della congelazione	0	39
Temperatura, per la quale la differenza dei logaritmi presenta immediatamente le altezze	$16\frac{3}{4}$	0
Termine dell' acqua bollente	80	147

Risulta da questo confronto delle due scale, che nominandosi *r* il grado segnato per una temperatura qualunque dal termometro ordinario, e *c* il grado corrispondente del termometro del Signor de Luc, si avrà $c = 39 \times \left(\frac{r - 1}{16\frac{3}{4}} \right) = \frac{39\,(4r - 67)}{67}$; ciò posto la regola del Signor de Luc espressa algebraicamente da lui medesimo p. 100 del II. volume della sua opera, somministra la formola seguente: $h = b + \frac{b \times 2c}{1000}$, nella quale *h* è la differenza del livello delle due stazioni qualunque, *b* la differenza dei logaritmi delle due altezze del barometro, considerata come delle migliaja di tese, e *c* il grado del suo termometro, che esprime la

Digitalizzato da Google

ta al capo presente questa formola porge il modulo barometrico uguale a 0,00009942, e la

---

la temperatura dell'aria. Ora, essendo da quest' autore tolti i logaritmi con sette figure decimali, e la loro differenza riguardata come esprimente delle migliaja di tese per formar il numero b, ne risulta che se nominasi d la vera differenza dei logaritmi, si avrà: $b = d \times 10000$; ponendo dunque per b e per c, i loro valori nell'equazione del Signor de Luc, ella diverrà: $b = d \times \left\{ \frac{670000 + 780 \times (4r - 67)}{67 \quad d} \right\}$; e siccome il modulo barometrico è uguale a $-$, nominandolo m, si avrà $m = \frac{67 \quad b}{670000 + 780 \times (4r - 67)}$; valore il quale sostituito a quello della densità dell'aria, che abbiamo trovato essere $\varphi = \frac{\omega \beta m}{a}$, ci dà: $\varphi = \frac{\omega \beta}{a} \times \left\{ \frac{67}{670000 + 780 \times (4r - 67)} \right\}$ espressione nella quale ω è la densità del mercurio, β l'altezza del barometro, a la sottangente del sistema dei logaritmi ordinarii, ed r il grado del termometro, che conviene alla temperatura. Questa formola presentaci dunque la densità dell'aria in tutti i suoi stati possibili di compressione e di calore, almeno tra i limiti delle temperature naturali.

Questa formola per altro, dipendendo intieramente dalla generalità della regola del Signor de Luc, è soggetta ai medesimi errori: se, per esempio, la si riferisce al caso, dove la temperatura è al termine di gradi $9\frac{1}{2}$, il quale conviene colle osservazioni fatte a S. Pietro di Ginevra, essa darà il modulo barometrico un poco mancante da quello, che direttamente ci hanno somministrato queste osservazioni. Ciò nasce perchè la regola, di cui si tratta, risultante ad un tratto da osservazioni fatte ad ogni sorta d'altezza, sente un poco della

Digitalizzato da Google

e la densità dell' aria sotto la pressione di 28 pollici $\frac{1}{2}$ linea di mercurio, di 0, 00125. Calcolando adunque di nuovo i pesi determinati di sopra, troveremo quello dell' aria smossa dal Pallone, ridotta a 82, 516 libbre, il peso assoluto del Pallone medesimo di 47, 516 libbre ed il peso del gaz contenuto, 22, 516 libbre. Questi differenti pesi soffrono dunque una diminuzione di circa 4 libbre, e quanto ai pesi confrontati delle due arie, quantunque diminuite l' una e l' altra della me-

de-

---

la natura dell' aria delle regioni superiori, sempre più carica d' umido, e soprattutto contenente in maggior proporzione dell' aria infiammabile. Sarebbe stato d' uopo calcolare separatamente queste circostanze meglio conosciute al giorno d' oggi, per istabilire dappoi una regola generale e rigorosa; ma queste imperfezioni non impediscono punto che la fatica del Signor de Luc non sia un de' più bei pezzi di *fisica esatta*, che siasi veduto da lungo tempo; e d' altronde gli errori della sua regola, qualche volta molto sensibili, quando trattasi di misurare delle altezze considerabili, sono di poca importanza pel risultato, cui abbiamo voluto applicarla.

Risulta dalle formole stabilite quì avanti, che per la temperatura di 18 gradi, ch' è quella appunto del nostro caso, il modulo barometrico è presso che uguale a 0, 0000 9942, e in conseguenza l' altezza del barometro osservata di 28 pollici e 1 $\frac{1}{2}$ di linea, o di 0, 3006 pertiche, la densità dell' aria era 0, 001251.

Digitalizzato da Google

desima quantità, il loro rapporto però ha un poco variato anch'esso; ma la mescolanza di gaz infiammabile e di aria atmosferica, che riempiva il Pallone, si trova sempre più pesante che il quarto di un pari volume di aria esterna (*).

Sembrerebbe adunque cosa più esatta preferire il risultato determinato ultimamente pel peso assoluto della Macchina aerostatica; ma una nuova sorgente d'incertezza, dipendente da circostanze, che sembrano congiurate a gettare oscurità su tutte le parti dell'esperienza, che andiam esaminando, sembra che abbia a sconcertar intieramente il piano di esattezza, nel quale noi procuriamo di andar facendo questo

(*) Sembra, pel rapporto del peso quì stabilito tra le due arie, che l'aria atmosferica introdotta nel Pallone con un soffietto, qualche tempo avanti che il Pallone s'innalzasse, non sia stata quella, che maggiormente abbia contribuito ad accrescere il peso del fluido aeriforme, che racchiudeva la Macchina: perciocchè sentii io stesso a dire al medesimo Signor Robert, che non vi aveva introdotto che 16 piedi cubici di aria di questa ragione; laddove considerando il rapporto, che già si era determinato, ed autenticandolo con isperienze al sommo precise, le quali assegnano all'aria pura infiammabile la ottava parte al più del peso dell'aria ordinaria; trovasi che la Macchina aerostatica avrebbe dovuto contenere almeno 159 piedi cubici d'aria atmos-

Digitalizzato da Google

sto esame. Infatti pioveva, quando il Pallone s'è innalzato; e questa pioggia ha dovuto produrre sul movimento di esso due effetti pressappoco incalcolabili: il primo opponendogli una resistenza di più per l'urto delle gocce d'acqua, che lo colpivano; l' altro attaccando intorno ad esso mobile una telerina d'acqua, la quale veniva ad accrescerne il peso altrettanto, quanto n' era considerabile la superficie. Ingegniamoci non ostante di procurarci almeno una grossolana idea della maniera d' operare di questa causa accidentale.

Il Signor Jeaurat, il quale fa regolarmente le osservazioni meteorologiche, l'

uso

---

mosferica e 784 d'aria infiammabile. Bisogna dunque attribuire il peso inaspettato del gaz, che si è adoprato in questa sperienza, alle imperfezioni inevitabili delle manuali operazioni, colle quali la Macchina è stata riempita; forse ancora all'aria fissa e all'aria acida sulfurea, che si saranno sviluppate nel medesimo tempo che l'aria infiammabile. Bisogna d'altronde attribuire una parte del peso, la cui determinazione dà luogo a queste riflessioni, all'acqua, come anche alla limatura di ferro, le quali per l'effervescenza violenta della mischianza, si saranno innalzate fin dentro al Pallone; e allora diventando il gaz sempre più leggiero, sembra che si possa stimare il suo peso specifico il quarto dell'aria esterna. E' questo dunque il rapporto, che ammetteremo in seguito.

Digitalizzato da Google

uso delle quali è da lungo tempo stabilito all' Osservatorio Reale, avendomi comunicato il suo giornale, io vi trovo che la pioggia, di cui si tratta, ha dato 2 linee $\frac{9}{10}$ d'acqua, effetto ch' è stato prodotto nel corso di mezz' ora a un di presso, per cui ha durato questa pioggia, ed il quale fa vedere, se pur nol si sapesse altronde, ch' essa è stata considerabile. Frattanto se considerasi questa pioggia come egualmente disseminata per l'atmosfera, e formante per essa una spezie di fluido raro, il movimento del quale verso la terra accomulava successivamente la quantità di acqua, che è stata misurata; e se se si calcola pressappoco la celerità, colla quale discendeva questo fluido, si avrà la grossezza totale della massa di pioggia, che fu necessaria per produrre le linee 2, 9 di acqua, e per conseguenza il rapporto della densità di questo fluido raro con quella dell'acqua medesima: noi vedremo con ciò se la resistenza, che la pioggia apportava al movimento del Pallone, merita di essere considerata. Ora si può valutare la celerità discensionale d' una pioggia di mezzana grossezza tra 23 $\frac{1}{2}$ e

Digitalizzato da Google

29 piedi per secondo (*). Moltiplicando adunque il più picciolo di questi due termini

(*) Sia d il diametro d'una goccia di pioggia, che supporremo sferica, π il rapporto della circonferenza al diametro, ε la gravità specifica dell'acqua, il peso di questa goccia di pioggia sarà $\frac{\pi d^3 \varepsilon}{6}$; se si nomina u la velocità, con cui discende, g la velocità impressa dal peso in un secondo, φ la densità dell'aria, e se adottansi sopra la resistenza dell'aria le ipotesi ammesse; cioè, che contro una superficie piana è uguale al peso d'una colonna d'aria della medesima base, la cui altezza sarebbe doppia di quella, che compete alla velocità, e che contro una sfera essa è due quinti di quella, che avrebbe luogo contro il cerchio grande, si avrà la resistenza dell'aria contro la goccia d'acqua, eguale a $\frac{\pi d^2 u^2 \varphi}{10 g}$. Ciò posto, la discesa di un corpo grave nell'atmosfera accelerandosi, finchè la resistenza dell'aria diviene precisamente uguale al suo peso, deve subito acquistare una velocità uniforme, perchè questa uguaglianza abbia luogo; devesi dunque aver l'equazione $\frac{\pi d^3 \varepsilon}{6} = \frac{\pi d^2 u^2 \varphi}{10 g}$, donde si cava $u^2 = \frac{5 g d \varepsilon}{3 \varphi}$. Ora si ha $g = 30,2$ piedi; $\varepsilon = 1$ $\varphi = 0,00125$; e per quel che tocca al diametro d'una goccia di pioggia, che è rappresentata da d, lo supporremo di due linee, ovvero $\frac{1}{72}$ di piede. Sostituendo questi valori nell'equazione riferita di sopra, si avrà $u^2 = 259,2592$; ed $u = 23,64$ piedi. Se si prende $d = 3$ linee o pure $\frac{1}{48}$ di piede, si troverà $u^2 = 838,8888$, e $u = 28,96$ piedi. All'incirca adunque di questi termini convien prendere la velocità discensionale d'una pioggia, che non sia però minutissima.

Digitalizzato da Google

mini per lo numero dei secondi contenuti in una mezz' ora, si avrà la densità della massa di pioggia, che fu necessaria per produrre lin. 2, 9 d'acqua, di 42, 300 piedi almeno. La densità del fluido raro dalla pioggia formato nell'atmosfera, era dunque a quella dell'acqua nel rapporto eccessivamente picciolo di lin. 2, 9 a 42, 300 piedi, e trovasi espressa per la frazione 0, 0000004*76*; lo che dà questa densità più di 2600 volte minore che quella che abbiamo ultimamente trovata per l'aria medesima. Risulta da questo calcolo che l'urto delle gocce di pioggia sul Globo aerostatico non ha potuto cagionare la più leggiera differenza al suo movimento: ma non è lo stesso dell'aumento di peso, che ha ricevuto dall'acqua, di cui s'è caricato.

Difficil sarebbe saper appuntino per quanto tempo il Pallone rimanesse esposto alla pioggia, prima che si alzasse al di sopra della nube, che la mandava. Ma, consultando il Giornale del Signor Agelet, trovasi che la pioggia è comparsa a 5 ore $4^{m.}$, $53^{s.}$ 10 incirca, prima che si occultasse il Globo, il quale poscia è sta-

Digitalizzato da Google

to riveduto a $5^{h.}$ $7^{m.}$ sotto un angolo di 33 gradi. In questo intervallo adunque di $2^{m.}$ $7^{s.}$ al punto del quale il mobile era evidentemente uscito dalla nube, bisogna cercare il tempo, durante il quale esso è stato esposto alla pioggia. Ora se si rifletta che nel momento, in cui il mobile, attraversata la intiera grossezza della nuvola, e staccatosi dalla superficie superiore di essa, restava però ancora occultato alla nostra vista per la densa cortina sotto a lui formata dalla nuvola; e che vi fu d' uopo di qualche tempo, perchè la salita di lui continuata, unita al movimento progressivo di questa massa di vapori a seconda del vento, permettesse all' Osservatore di scoprire obbliquamente il Globo per di sopra alla estremità della nuvola, si vedrà che vi è molto da diminuire nel corto spazio di tempo, che abbiamo trovato, e che il Pallone aveva forse abbandonata la pioggia dopo un gran numero di secondi, quando dal Signor d' Agelet fu riveduto. Considerando dunque ancora ch' esso riceveva sopra di se tanto meno di acqua, quanto più avanti penetrava nella nube, posciachè andava

suc-

Digitalizzato da Google

successivamente lasciando sotto di se una porzion di vapori che la formavano; e considerando che tentando di calcolare a un dipresso questa successiva diminuzione, si trova ch'essa può ridurre la quantità totale di pioggia, di cui s'è caricato il Pallone, alla metà di quella che avrebbe ricevuto, se fosse restato immobile (*),

(*) Sia e la densità della nube, T il tempo impiegato a traversarla, u la velocità, con cui ascende, la quale supporremo costante, m la massa dell'acqua, che il Pallone avrebbe ricevuta nel tempo T, se fosse stato immobile; μ quella, che realmente ha ricevuto, x la porzione della densità della nuvola attraversata dopo una qualunque parte del tempo T, dt gli elementi del tempo; $e - x$ sarà la densità di quella porzione di nuvola, la qual' è superiore al Pallone nel momento che osserviamo. Se dunque riguardinsi le quantità della pioggia somministrate nel medesimo tempo dai differenti strati della nube, come proporzionali alle loro densità, si avrà quella, che il globo ha ricevuto nell'elemento del tempo ovvero $d\mu = \frac{m(e-x)\,dt}{eT}$; e ponendo per dt il suo valore $\frac{dx}{u}$; $d\mu = \frac{m(e-x)\,dt}{eTu}$; integrando adunque, determinando la costante, in modo che $x = o$ dia $\mu = 0$, e che l'integrale sia completa, quando $x = e$, si avrà $\mu = \frac{me}{2Tu}$, e per ragione di $Tu = e$, $\mu = \frac{m}{2}$: quantità, minore della metà di m, in quella guisa che è stata supposta.

Digitalizzato da Google

e si potrà al più al più calcolare il peso di lui accresciuto, come se esso Pallone fosse restato per un minuto esposto alla pioggia, che cadeva sulla terra: intervallo 30 volte minore della durata totale, e durante il quale ha dovuto per conseguenza cadere al più al più $\frac{1}{10}$ di linea di acqua. Avendone adunque il Pallone ricevuto tanto quanto lo spazio del terreno da esso coperto a ciaschedun istante ricevuto ne avrebbe, il solido di acqua, di cui s'è caricato, ha per base la superficie stessa dell'equatore del Globo, che noi abbiam calcolato di 116, 26 piedi quadrati, ed ha per altezza il $\frac{1}{10}$ di linea, che abbiamo stabilito. Questo solido trovasi uguale alla frazione 0, 0807 di piede cubico, il quale, a ragion di 70 libbre per piede cubico d'acqua, pesa 5, 649 libbre, o 5 $\frac{1}{2}$ pressappoco. Ecco ciò, di che la pioggia può avere accresciuto il il peso del Globo aerostatico.

Del resto egli è inutile il ripetere più che un tal calcolo non ha potuto somministrare che un' idea assai grossolana dell' effetto, di cui si parla; e tale accrescimento di peso essendosi formato graduatamente,

Digitalizzato da Google

te, sarebbe ancora difficilissimo il determinare a rigore quanto abbia esso potuto influire sul movimento del Globo; ma noi veggiamo almeno che tale alterazione nen dev' essere sensibilissima per un peso totale di circa 50 libbre, e ch' essa è pressappoco del medesim' ordine che la differenza di 4 l., apportata al calcolo di questo peso dalle due determinazioni, che noi abbiam successivamente presentate sulla densità dell' aria. Sarà dunque una maniera di tener conto per approssimazione della pioggia l' adottare quella fra queste due valutazioni, la quale aumenta di più il peso del Globo. Noi conserveremo adunque i nostri primi dati, i quali vogliam quì richiamare alla memoria.

Modulo barometrico - - - - - 0, 001041
Densità dell' aria alla superficie
della terra - - - - - - - - 0, 00131
Peso totale del Pallone - - - 51, 477 lib.

Altro più non ci manca, per esser in istato di calcolare il movimento del Globo aerostatico, che convenire circa la legge, che ammetteremo per la resistenza, che l' aria ha dovuto opporgli ad ogni istante, e la quale dipende da due elementi con-

Digitalizzato da Google

tinuamente variabili, cioè la densità dell' aria e la celerità del mobile. Noi non possiamo far meglio a tal uopo che adottare ciò che la teoria e la sperienza ci hanno indicato di più conforme alla natura, e sotto le ipotesi seguenti.

1°. Che per una densità data dell' aria, la resistenza contro una superficie piana e mobile, è all' incirca eguale al peso d' una colonna di questo fluido, che abbia la medesima base della superficie, di cui si tratta, ed un' altezza uguale al doppio di quella, da cui un corpo grave cader dovrebbe, per acquistar la stessa celerità, con cui si muove la superficie proposta.

2°. Che contro una sfera, la resistenza è uguale ai due quinti di quella, che incontrerebbe il gran cerchio animato dalla medesima celerità (*)

Il

(*) In virtù della prima di queste leggi la resistenza dell' aria è proporzionale al quadrato della velocità, in consonanza alla teoria elementare; ma gli autori variano molto su la quantità assoluta. Quella, che noi abbiamo adottata, si accosta molto alla teoria dataci dal Signor d' Alembert, nel suo bel Trattato dei Fluidi: d' altronde ella è stata confermata da un gran numero di esperienze, tra le altre da quelle, che sono state fatte dal Sig.

Aba-

Digitalizzato da Google

Il verificare queste ipotesi sarà principalmente l' oggetto della fatica attuale, confrontando i risultati, che ci somministreranno, con quelli dell' osservazione.

La questione del movimento del Globo aerostatico non è dunque altro in adesso che un problema di calcolo, sopra il quale dobbiam occuparci. Quantunque molto complicata essa sia per le variazioni, che incontrano ad un tempo e la tendenza del mobile a salire, e la resistenza dell' aria

---

Abate Bossut a Mézières, sopra la percussione dei fluidi. La seconda ipotesi, che noi adottiamo, dipendente dalla considerazione degli urti obbliqui, non si trova punto conforme alla teoria ordinaria, che si sa essere fallace per questo riguardo; ma io ho preferito l' adottare sopra l' urto dei fluidi contro i corpi sferici, quella, che impariamo dalle numerosissime sperienze del Signor Cavalier de Borda.

Risulta da queste ipotesi, che essendo Φ la densità dell' aria, u la velocità del Globo, A la superficie del suo gran circolo, e g la velocità impressa dalla gravità in un secondo, si ha la resistenza dell' aria espressa per 70 libbre $\times \frac{2 A \Phi u^2}{5 g}$, valore, che si trova moltiplicato pel peso di un piede cubico d' acqua, perchè la densità Φ è tolta pel caso, in cui quella dell' acqua sia l' unità. Se dunque rappresentisi la resistenza dell' aria per $b \Phi u^2$, si avrà, mettendo per A e per g i loro valori, $b = 107, 791$.

Digitalizzato da Google

aria che vi si oppone, essa è però succettibile d'essere estremamente semplificata col mezzo di alcune considerazioni le quali m' hanno ajutato a superare le difficoltà dell' analisi. Ma io ho creduto dover rimettere questo dettaglio, siccome tutti gli altri di tale specie in separate note, che non interrompano il corso di questa lettera (*); affrettandomi, o Signore, di ve-

nir

(*) Sia p il peso assoluto del Pallone, che noi sappiamo essere di 51, 477 libbre; Υ il peso di un pari volume d' acqua, che abbiamo determinato di 66012, 912 lib.; Φ la densità variabile dell' aria, essendo quella dell' acqua espressa per 1; D la densità dell' aria alla superficie della terra, che noi ci siamo determinati a prendere uguale a 0, 00131, essendo il barometro a 28 pollici 1 linea $\frac{1}{2}$; u la velocità variabile del mobile espressa pel numero dei piedi, che essa può fargli percorrere in un secondo; b una costante, l' espressione generale della resistenza dell' aria sia $b \Phi u^2$: questa costante è stata determinata, nella nota precedente, uguale a 107, 791; g la velocità acquistata dai corpi gravi nel primo secondo della loro caduta, che si sa essere eguale a 30, 2 piedi in un secondo; m il modulo barometrico, o il quoziente costante, che devesi avere dividendo la differenza dei logaritmi delle due altezze del barometro, preso nelle tavole ordinarie dalla differenza di livello dei due luoghi, ai quali elleno appartengono, espressa in pertiche; nella questione presente abbiamo tolto questo numero uguale a 0, 0001041; μ il medesimo quoziente, computando in piedi, le differenze di livello, e prendendo i logaritmi iperbolici; dun-

que

Digitalizzato da Google

nir al punto essenziale, che è il motivo di tal fatica: la tavola seguente, nella quale io ho posto di nuovo le differenti altezze del Globo al momento di ciascheduna

---

que se nominasi a la sottangente del sistema dei logaritmi ordinarii, che è 0,434294, si avrà $\mu = \frac{m}{6a} = 0,00003995$; f l'altezza del mobile a ciaschedun istante, espressa in piedi; Ψ la forza acceleratrice espressa in libbre; t il tempo scorso in ciascun istante, dopo la partenza del Globo, espresso in secondi. Disegneremo i logaritmi ordinarii indicandoli così *Log.*, e i logaritmi iperbolici per *log.*

Rammemoriamo avanti d'ogni altra cosa la relazione, che esiste tra le altezze e la densità dell'aria, ed esprimiamola con un'equazione adattata al calcolo attuale; essa è data dalla formola $\mu = \frac{log.\ D - log.\ \varphi}{f}$; nominando dunque e il numero, di cui il logaritmo iperbolico è l'unità, si avrà $\varphi = \frac{D}{e^{\mu s}}$; $f = \frac{log.\left(\frac{D}{\varphi}\right)}{\mu}$; e $df = -\frac{d\varphi}{\mu\varphi}$.

Ciò posto, si ha costantemente la forza acceleratrice del mobile uguale al peso dell'aria cacciata dal suo luogo, meno il peso assoluto del medesimo mobile, meno ancora la resistenza dell'aria: lo che viene espresso dall'equazione seguente:

$$(A)\quad \Psi = \Upsilon\varphi - p - b\varphi u^2.$$

Se ne tira $u^2 = \frac{\Upsilon\varphi - p - \Psi}{b\varphi}$; ed $u\,du =$

(p

duna osservazione, presenta a fianco di ciascheduna i risultati della teoria per l' istante medesimo, e vi metterà in grado di farne il confronto. La concordia singo-

la-

$\frac{(p+\psi)\,d\varphi-\varphi\,d\psi}{2\,b\,\varphi^2}$.

Ma le formole conosciute del movimento variato dando $g\psi\,df = p\,u\,du$, trovasi, uguagliando il nuovo valore, che ne risulta per $u\,du$, con la prima, un' equazione, la quale dopo aver posto per df il suo valore $-\frac{d\varphi}{\mu\varphi}$, e riducendo diverrà:

$(\mu p^2 + \mu p\psi + 2bg\varphi\psi)\,d\varphi - \mu p\varphi\,d\psi = 0$;

equazione differenziale tra la forza acceleratrice e la densità dell' aria.

Moltiplicando tutta quest' equazione per una funzione di φ, che la rende integrabile, e questa funzione venendo nominata Φ, si avrà, per le regole ordinarie dei differenziali completi: $\frac{d\Phi}{\Phi} = -\frac{2}{\mu p} \times \left\{\frac{\mu p}{\varphi} \times b\,g\right\} \times d\varphi$; d' onde si cava integrando $\Phi = \frac{1}{\frac{2bg}{\varphi^2 e^{\mu p}}}$; moltiplicando dunque la nostra equazione per questa quantità, e facendo, per abbreviare $\frac{2bg}{\mu p} = n$, essa diviene:

$$\frac{p\,d\varphi}{\varphi^2 e^{n\varphi}} + \frac{\psi\,d\varphi}{\varphi^2 e^{n\varphi}} + \frac{n\psi\,d\varphi}{\varphi e^{n\varphi}} - \frac{d\psi}{\varphi e^{n\varphi}} = 0.$$

Io

Digitalizzato da Google

lare, che vi si osserva in tal proposito, serve a provare che per la diligenza, che ho adoperata nella determinazion dei dati di questo problema, e per le ipotesi, che

---

Io considero, avanti di passar più oltre, che μ essendo sempre un numero picciolissimo, n è per conseguenza grandissimo: si trova infatti che realizzando il suo valore per li casi attuali esso è così $n = 3165843 \hat{}$ 389; questa osservazione sopra di un numero, che è proprio di tutti i nostri esponenti, è importante.

Ciò posto, io trovo differenziando la formola $\frac{1}{\varphi e^{n\varphi}}$, che si ha: $\frac{d\varphi}{\varphi^2 e^{n\varphi}} = -d\left(\frac{1}{\varphi e^{n\varphi}}\right) - \frac{n\,d\varphi}{\varphi e^{n\varphi}}$; mettendo dunque nella nostra equazione questa espressione differenziale, così trasformata, ella diverrà:

$$-(p+\psi)\times d\left(\frac{1}{\varphi e^{n\varphi}}\right) - \frac{d\psi}{\varphi e^{n\varphi}} - np\times\frac{d\varphi}{\varphi e^{n\varphi}} = 0;$$

equazione, la cui integrazione è attaccata a quella della formola $\frac{d\varphi}{\varphi e^{n\varphi}}$. Ma questa formola, la quale facendo $\frac{1}{e^{n\varphi}} = x$ diviene $\frac{x\,d}{log.\,x}$, è noto a tutti i geometri non poter esser integrata completamente, e per disgrazia le serie, per le quali si è posto il mezzo di ottenere dei valori, che si approssimino a questa integrale, divengono nel caso presente eccessivamente divergenti del valore considerabile del nu-

Digitalizzato da Google

che vi ho impiegate, io sono riuscito nel non allontanarmi di tanto dalle leggi reali, onde incontrare errori rimarcabili sullo spazio percorso dal mobile nel tempo, per cui

numero n, che rende x d' una picciolezza estrema, e il suo logaritmo quasi uguale all' infinito negativo.

Per evitare questa difficoltà, riprendo di nuovo la differenziale della quantità $\frac{1}{\varphi\, e^{n\varphi}}$, che metto sotto questa forma: $d\left(\frac{1}{\varphi\, e^{n\varphi}}\right) = -\frac{d\varphi}{\varphi\, e^{n\varphi}} \times \left(n + \frac{1}{\varphi}\right)$. Or n essendo sempre considerabilissima per rapporto $\frac{1}{\varphi}$, la quantità $n + \frac{1}{\varphi}$ non varia punto sensibilmente. Si può dunque mettere in sua vece una costante N, compresa tra i due valori di $n + \frac{1}{\varphi}$, che convengono ai punti estremi dell' integrale: ne segue da ciò che se si prende $N = n\ (1 + \nu)$, la quantità ν sarà compresa tra i limiti di $\frac{1}{n\varphi}$, e sarà per conseguenza in tutti i casi un numero picciolissimo. Con questo artificio la formola $\frac{d\varphi}{\varphi\, e^{n\varphi}}$ s' integra senza difficoltà nel caso presente, e si ha $\int\left(\frac{d\varphi}{\varphi\, e^{n\varphi}}\right) = -\frac{1}{n(1+\nu)\varphi\, e^{n}}$.

Integrando dunque la nostra equazione con le attenzioni prescritte per le differenziali complete, e determinando

Digitalizzato da Google

cui è stato visibile. Ma egli è da presumersi che se si fosse potuto osservarlo più a lungo, la teoria avrebbe indicato qualche sbaglio; e perciò appunto una

nando la costante pel primo istante di tal maniera che $\varphi = D$, dato $\psi = \Upsilon D - p = 35$ lib. eccesso di leggerezza del Pallone nel primo momento, se ne trarrà: $\psi = \frac{\varphi e^{n\varphi}}{D e^{nD}} \times \left\{ \frac{\Upsilon D - p}{1 + \nu} \right\} - \frac{\nu p}{1 + \nu}$, e trascurando ν, per rapporto all'unità, per esser un numero picciolissimo, questo valore diverrà

$$(B)\ \psi = \frac{\varphi e^{n\varphi}}{D e^{nD}} \times (\Upsilon D - p) - \nu p;$$

Questa equazione esprime a ciascun istante la relazione, che esiste tra la forza acceleratrice del mobile e la densità dell'aria all'altezza, dov'egli trovasi, e in conseguenza di ciò, che precede, ν deve, per ogni caso, essere preso tra i limiti $\frac{1}{nD}$ e $\frac{1}{n\varphi}$; ma siccome il peso della macchina era più della metà di quello dell'aria, ch'essa andava sloggiando nella sua posizione più bassa, ne segue che φ non può giammai divenire uguale a $\frac{D}{2} = 0,000655$, e che si avrà sempre $\nu < \frac{1}{2073}$; si avrà ancora per causa di $\frac{1}{nD} = \frac{1}{4146}$, $\nu > \frac{1}{4146}$. L'ordine della picciolezza di ν si trova dunque determinato, e vedesi che νp non essendo giammai uguale a tre grossi, intanto che p è più di 51 lib., deve sparire davanti p. Esaminiamo frattanto l'espressione, che noi abbiamo trovato per la forza acceleratrice.

Or

Digitalizzato da Google

una tale esperienza potrebb' essere infinitamente instruttiva. Checchè ne sia, essa almeno ha servito ad indicare un punto, fino al quale puossi riguardare que-

---

Or vedesi da principio che al primo istante, in cui $\varphi = D$ si ha, omettendo $, p$, per rapporto a p, come noi l' abbiamo già fatto, $\psi = \Upsilon D - p$, valore dell' eccesso di leggerezza, che è stato determinato dall' osservazione. Ne risulta che nei primi momenti, ψ è una quantità positiva del medesim' ordine che p. Ma mettendo l' espressione di ψ sotto questa forma $\psi = \frac{\varphi}{D e^n (D - \varphi)} (\Upsilon D - p) - , p$; è evidente nel medesimo tempo che a causa della grandezza del numero n, la diminuzione di φ deve far crescere rapidissimamente la formola $e^n (D - \varphi)$; poichè supponendo $D - \varphi = 0,00001$, si ha già $e^n (D - \varphi) = 56110000000000$; quindi ne segue, che il primo termine del valore di ψ diminuisce subito a segno di diventare trascurabile, anche per rapporto a $, p$, e che allora la forza acceleratrice è una quantità negativa del medesimo ordine che lo stesso $, p$. Ripigliando dunque l' equazione (A), che dà $\psi = \Upsilon D - p - b \varphi u^2$, vedesi che ψ essendo trascurabile rapporto a p, questa equazione può cangiarsi nella seguente:

(C) $0 = \Upsilon \varphi - p - b \varphi u^2$,

che indica senza error sensibile la relazione, che esiste continuamente tra la densità dell' aria e la velocità attuale del mobile.

Egli è per altro da notarsi, che, per una conseguenza delle considerazioni precedenti, questa equazione non potrebbe convenire per li primi momenti del corso del Globo, e ciò è d' altronde evidente dall' inspezione della

questa teoria dell'aria come affatto precisa, e senza parlare della nuova importanza, che sembra acquistar essa in adesso, molti e molti usi cogniti ed essenziali

della medesima equazione, poichè sempre si trae per la velocità un valore finito, mentre che dessa ha dovuto essere in principio infinitamente picciola. Ma è chiaro nel medesimo tempo, che questa equazione principia ad esser vera nel momento, in cui la resistenza dell'aria, divenuta uguale alla forza d'ascensione della Macchina, ha distrutta l' accelerazione del movimento, la quale da quel momento è andata diminuendo sempre più, ma per gradi insensibili, sino alla sua totale estensione nelle più alte regioni dell'atmosfera. In questo momento, in cui l'accelerazione ha cessato, la forza acceleratrice è divenuta rigorosamente nulla, avanti di diventar negativa; e questo punto interessantissimo a conoscersi, ci darà nel medesimo tempo la più grande celerità, ch' abbia avuta il mobile. Perciocchè $\Psi \frac{p\,d\,u}{g\,d\,t} = o$, dà $d\,u = o$ e *u maximum*.

Ripigliando dunque l'equazione (B), che presenta l' espressione generale della forza acceleratrice, si avrà:

$$\Psi = \frac{e^{n\,\varphi}\,\varphi}{D\,e^{n}\,D} \times (\Upsilon\,D - p) - \nu\,p = o,$$ equazione che supponendo $D - \varphi = z$, diviene

$$\frac{\varphi}{D\,e^{n\,z}} \times (\Upsilon\,D - p) - \nu\,p = o.$$

Ma poichè noi abbiamo veduto che quando $z = D - \bullet = o,\,ooooi$, la formola $e^{n\,z}$ è già sì grande, che il primo termine di questa equazione sparirebbe davanti il secondo, mentre che essi devon essere quì del medesimo ordine, per distruggersi scambievolmente, ne sa-

Digitalizzato da Google

interessantissima rendono questa verificazione.

Ho aggiunto a questa tavola tutto ciò, che il calcolo ha potuto indicare d' interes-

---

gue, che tranne gli esponenti, noi possiamo prendere $\varphi = D$; dal che risulta che, dovendo essere preso tra i limiti $\frac{1}{nD}$ e $\frac{1}{n\varphi}$, diviene rigorosamente uguale a $\frac{D}{n1}$;

la nostra equazione assume dunque questa forma $\frac{\Upsilon D - p}{e^{n} z} = \frac{p}{Dn}$; dal che si ricava $e^{n} z = \frac{nD(\Upsilon D - p)}{p}$; dunque

$z n = log. \left\{\frac{n D (\Upsilon D - p)}{p}\right\} = 7,944429837333$

e dividendo per n; $z = 0,000002509$; e $\varphi = D - z = 0,001307491$. Tale ha dovuto essere la densità dell'aria al punto, nel quale il mobile ha cessato di accelerarsi, e in conseguenza della legge stabilita quì sopra tra le altezze e le densità, trovasi che conviene a un' elevazione di 47 piedi, 778 millesimi. Al termine dunque d' un brevissimo tempo l'equazione (C) principia ad esser ammissibile, e pel punto, che abbiamo determinato, ella trovasi vera a turto rigore.

Mettendo dunque in questa equazione il valore di φ, che abbiamo determinato, essa ci darà.

$= \frac{\Upsilon \varphi - p}{b \varphi} = 247, 164225$, ed $u = 15, 721$

piedi in espressione della più grande velocità, ch' abbia avuta il mobile tutta la durata del suo movimento, e del

ressante intorno quelle circostanze di questo movimento, le quali sonosi sottratte all'osservazione. Quindi il momento, in cui il Globo è stato abbandonato, vi si

---

e del numero de' piedi, che gli avrebbe fatto percorrere in un secondo. In conseguenza dei calcoli precedenti, il valore analitico di questa velocità, si trova essere:

$$v = \sqrt{\frac{n(\Upsilon D - p) - \Upsilon \log.\left\{\frac{n D (\Upsilon D - p)}{p}\right\}}{b n d - b \log.\left\{\frac{n D (\Upsilon D - p)}{p}\right\}}};$$

Poichè frattanto è stabilito che l'equazione (C) non è soggetta ad errore che nei primi momenti del corso del mobile, e già noi abbiamo determinato il punto, in cui comincia ad esser ammessa, dà essa évidentemente in tutto il seguito di questo movimento il vero valore della velocità, di tal guisa che si ha sempre $u^2 = \frac{\Upsilon \varphi - p}{b \varphi}$; possiamo dunque determinare la relazione tra il tempo e la densità dell' aria, la quale, dipendendo ella stessa dall' altezza, per una legge conosciuta, sarà facile di tirare da questo calcolo l' espressione del tempo impiegato a percorrere uno spazio qualunque; non bisogna frattanto perdere di vista che tutti i tempi così determinati parteciperanno un poco del leggiero errore, che incontrasi ne' primi istanti; ma questo errore essendo rigorosamente il medesimo per tutti, non impedirà che non abbiansi esattamente i tempi impiegati dal Globo ad innalzarsi al di sopra di questo punto fisso.

Ripigliando dunque l' espressione generale $u^2 = \frac{\Upsilon \varphi - p}{b \varphi}$,

si

Digitalizzato da Google

trova determinato per rapporto a quello, in cui è stato veduto a livello della Cupola della Scuola-Militare; avendo indicato il calcolo che erano stati d'uopo al mobile

---

si avrà $u = \frac{ds}{dt} = \sqrt{\frac{1\varphi - p}{b\varphi}}$, e siccome $ds = -\frac{d\varphi}{\mu\varphi}$, si tirerà da quest'equazione:

$$dt = -\frac{\sqrt{b}}{\mu} \times \frac{d\varphi}{\sqrt{\Upsilon\varphi^2 - p\varphi}};$$

espressione differenziale del tempo, il quale facendo da principio $\varphi = r^2$, e rendendo tutta la quantità razionale per una nuova sostituzione, s'integra facilmente. Quanto alla costante, essa dipende intieramente dal punto, al quale si vuole rapportare l'origine dei tempi. Se, per esempio, ad evitare l'errore di questo metodo sopra i primi istanti, si volessero computare i tempi dal momento, in cui l'equazione fondamentale principia a divenir vera, bisognerebbe determinare la costante di maniera che $t = 0$ desse $\varphi = 0,001307491$, valore della densità dell'aria pel punto della più grande velocità; ma siccome i risultati non si cambierebbero da qualunque punto, che si principiasse a computare una delle variabili, noi prenderemo tutto semplicemente $t = 0$, quando $\varphi = D$, come avremmo fatto, se l'equazione (C) fosse stata generalmente ammissibile. Con questo mezzo ottiensi generalmente la formola seguente:

$$(D)\ t = \frac{2}{\mu}\sqrt{\frac{b}{-}} \times log.\left\{\frac{\sqrt{\Upsilon\varphi} - \sqrt{\Upsilon\varphi - p}}{\sqrt{\Upsilon D} - \sqrt{\Upsilon D - p}}\right\};$$

dal che si tira

(p

bile 10″ per alzarsi a venti pertiche, ch' è l'altezza di quella Cupola. Avendo appreso parimente dalla teoria che il mobile, il quale incontrava dall'aria una resisten-

$$(E)\ 4\,\Upsilon\,\phi = \frac{\left(p+\left\{\sqrt{\Upsilon D}-\sqrt{\Upsilon D-p}\right\}^2 e^{\mu t}\sqrt{\frac{\Upsilon}{b}}\right)^2}{\left\{\sqrt{\Upsilon D}-\sqrt{\Upsilon D-p}\right\}^2 e^{\mu t}\sqrt{\left(\frac{\Upsilon}{b}\right)}}$$

equazioni, che danno a piacere il tempo e la densità ne' rispettivi suoi valori.

Per applicare frattanto queste formole alle osservazioni, che noi abbiamo da calcolare, bisogna determinare quanto l'origine dei tempi sia anteriore a qualcheduna tra quelle, come, per esempio, a quella, ove il mobile è stato veduto all'altezza della Cupola della Scuola Militare; non si deve per ciò che sostituire nell' equazione (D) il valore di φ, che conviene a un' altezza di 20 pertiche, cioè 0, 001249, e il valore di 7, 6306 secondi, che ne risulta per t, è il tempo, che bisogna computare allora nella prima osservazione, perchè esso entra nelle nostre formole. Aggiungendo dunque questa quantità costante a tutti gl' intervalli di tempo, di cui le altre osservazioni hanno seguito la prima, si avrà il vero valore del tempo, che bisogna computare per ciascheduna, dopo l' origine. Questi valori posti per t nell' equazione (E) daranno successivamente tutti i valori corrispondenti di φ, e per conseguenza le altezze acquistate dal mobile al momento di ciascheduna osservazione: in questo modo è stata costrutta la tavola aggiunta al testo di questa lettera.

Si vede per altro che questo metodo e queste formole non convengono che per gl' istanti posteriori a quello della

mag-

Digitalizzato da Google

za tanto più grande, quanto più esso acquistava di velocità, ha ben tosto cessato intieramente di accelerarsi per inalzarsi con un moto anzi ritardato continuamente

maggiore velocità del mobile; ma siccome l'ha acquistata molto rapidamente, e dopo aver superato un' altezza di 47, 778 piedi solamente, si può calcolare a parte questa prima porzione del suo movimento, supponendo la densità dell'aria costante, com'è lecito per una così picciola elevazione; trovasi per questo mezzo che il Globo ha impiegati 5, 546 secondi per arrivare alla sua maggiore velocità, in luogo di 3, 107 secondi, che ci danno le prime formole. Tal è dunque l'errore, che nasce da queste formole nella determinazione di ciascun tempo assoluto, quando si vorrà computarle nel momento della partenza del Globo: così quest'è una correzione di 2, 439 secondi da farsi a tutti i risultati dell'equazione (D), e il momento, in cui essa dà $\varphi = D$, che noi abbiamo tolto per origine dei tempi, è per conseguenza posteriore di questa picciola quantità al vero istante della partenza della Macchina.

Aggiungendo dunque questi 2, 439 secondi ai 7, 6306 secondi, che noi abbiamo trovato per la prima osservazione, avremo 10 secondi, co' quali fu realmente preceduta la partenza del mobile, e ch'esso ha impiegati per innalzarsi al livello della Cupola della Scuola Militare; si può per questo mezzo assegnare l'istante, in cui il Globo è stato abbandonato, quantunque non sia stato punto notato; ed in conseguenza di questa determinazione noi l'abbiamo inscritto a $5^h\ 1^m\ 52^s$.

Non resta altro che determinare la maggiore altezza alla quale il Pallone avrebbe potuto innalzarsi, e il tempo, che avrebbe impiegato per questo cammino: riassumiamo per ciò l'equazione (B), e supponghiamo nul-

Digitalizzato da Google

te fino al momento della più grande altezza, cui arrivò; io ho creduto dover notare l'istante, in cui quel *maximum* di velocità ebbe luogo, e dare il numero de' piedi, che il mobile avrebbe percorso in

 cia-

---

nulla la velocità, essa converrà evidentemente al punto, in cui la Macchina avrebbe cessato d'innalzarsi; si ha dunque allora $\Upsilon\ \varphi - p = 0$, o $\varphi = \frac{p}{\Upsilon}$; espressione della densità dell'aria a questo grado d'elevazione. Questo valore realizzato dà $\varphi = 0,0007798$, donde facendo la proporzione $0,00131 : 0,0007798 :: 28^{po}\ 1^{li}\ \frac{1}{2} : 16^{po}\ 8,9^{li}$, si vedrà che in questa regione dell'atmosfera il barometro doveva sostenersi a $16^{po}\ 8,9^{li}$.

Calcolando finalmente quest'altezza per mezzo dell'equazione $s = \frac{\text{Log.}\left(\frac{D}{\varphi}\right)}{m}$, si troverà $s = 2164,15^{per} = 2164^{per}\ 0^{pi}\ 10^{po}$.

E per conoscere la durata totale del moto, di cui il Pallone fosse stato suscettibile, bisogna sostituire nell'equazione (D) il valore, che noi abbiamo ottenuto per φ. Ella darà allora

$$t = \frac{2}{\mu}\sqrt{\frac{b}{\Upsilon}} \times log. \left\{\frac{\sqrt{p}}{\sqrt{\Upsilon D} - \sqrt{\Upsilon D - p}}\right\},$$

e questo valore essendo realizzato, diviene $t = 1520,749$ secondi: al che aggiungendo la correzione di 2,439 secondi, si troverà la durata totale del movimento essere all'incirca $25^{m}\ 23^{s}$.

Digitalizzato da Google

ciaschedun secondo, in virtù di tale velocità. Ho creduto ancora interessante conoscere l'altezza, alla quale avrebbe potuto alzarsi la Macchina senza la causa, che ne cagionò la caduta; e così parimente il tempo, ch'essa avrebbe impiegato in pervenirvi. Ho notato nel medesimo tempo l'altezza, in cui avrebbe dovuto sostenersi il barometro in quella region dell' atmosfera. Ho presentato finalmente in una colonna a parte il peso di quell' aria, che la Macchina sloggiava a ciascheduna delle sue posizioni; e la diminuzione di questi termini porge un' idea distintissima delle successive diminuzioni della densità dell' aria medesima.

Voi vedete, o Signore, che quand' anche l' esattezza d' una teoria potesse anticipatamente essere dimostrata a rigore, sarebbe impossibile l' ottenere colle osservazioni una conformità maggior di quella, che questa tavola ci presenta. Quando in fatti, per mancanza di osservazioni complete, e per l' ignoranza, in cui siamo sulla seconda oscillazion del mobile a sinistra della direzion del vento, noi non abbiamo potuto inscrivere che un risultato approssiman-

Digitalizzato da Google

Peso dell' Aria slogata dal Pallone in ciascheduna posizione.		
lib.	on.	gr.
86	7	5
86	4	7
86	1	0
83	5	3
80	0	0
77	9	1
77	2	2
77	1	1
76	15	6
76	14	1
72	5	0
51	7	5

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

mante, come vedesi ai numeri 6, 7 e 9; sembra che la teoria venga, per così dire, a portarci quello che ci mancava, ed a supplir essa alle incertezze, in cui restavamo intorno queste posizioni del Globo, sulle quali noi non avevamo di certo che la banda, in cui cadeva l'errore che noi commettevamo; e quanto ai numeri 8 e 10, per li quali noi abbiam potuto legittimamente conchiudere risultati più positivi, il calcolo non se ne allontana certo d'una pertica. Quanto ai numeri 4, 5 ed 11, per li quali la colonna delle osservazioni non presenta che limiti molto distanti, eglino terminan di mostrare che il vero risultato stava realmente fra questi limiti, tanto più interessanti nel confermar ciò, perchè hanno servito di base a tutto il lavoro, d'onde gli altri termini della medesima colonna sono stati dedotti.

Ecco, Signore, adempito l'oggetto di questa Lettera; e la teoria fin quì ben confermata con la prova, alla quale l'abbiam sottoposta. Ma quest'instrumento, il quale sarebbe a desiderarsi molto che a tutte le questioni naturali potesse un giorno applicarsi, non potrebb'essere mai troppo per-

Digitalizzato da Google

perfezionato per via di confronti moltiplicati; e le supposizioni, dietro alle quali noi siamo andati, sono senza dubbio suscettibili di alcune leggere correzioni, le quali non abbiamo ora potuto determinare. Adunque su prove novelle bisognerà fondare la speranza d' acquistar in tal proposito le più esatte cognizioni; e quella, che noi abbiamo trattato, non dev' esser riguardata se non come una specie di ripetizione d' una esperienza completa in tutte le sue parti; maniera di ravvisarla, che sola basterebbe per mostrare ch' essa è stata utilissima.

Io non posso, Signore, prima di terminar questa Lettera, dispensarmi dal far qualche parola sull' accidente, ch' è sopravvenuto alla Macchina aerostatica; la cagion del quale, quantunque semplicissima, è stata almeno molto confusamente esposta in alquanti di quegli scritti, che vanno moltiplicandosi su questa materia. In fatti questo mobile, che conteneva un' aria da prima compressa da tutto il peso dell' atmosfera, ed allora in equilibrio con essa, essendosi sollevato a regioni, nelle quali la pression esterna riusciva molto minore; ed il fluido aeriforme rinchiuso in

quell'

Digitalizzato da Google

quell' inviluppo conservando sempre il medesimo volume e per conseguenza la medesima elasticità; tutto l'eccesso di questa forza sopra quella dell' aria esteriore doveva essere sopportato dalla stoffa: ma l'esperienza prova che questa non vi ha potuto resistere: lo che anche dal calcolo vien dimostrato in maniera ben evidente. Posciachè noi veggiamo dai risultati della teoria, che il Pallone avrebbe potuto inalzarsi fino ad un'altezza, in cui il barometro non avrebbe segnato che 16 polici 9 linee all'incirca. L'eccesso della elasticità dell' aria interiore sopra la pression dell' atmosfera sarebbe stata dunque allora rappresentata dall' eccesso di 28 pollici, linee 1 $\frac{1}{2}$ sopra 16 pollici 9 linee, e sarebbe stato l' inviluppo del Pallone sforzato interiormente in ogni suo punto da una forza uguale al peso di 11 pollici linee 4 $\frac{1}{2}$ di mercurio. Si deduce facilmente da così chiara considerazione, che la forza tendente a separare due emisferi, qualunque fossero, del Globo, sarebbe stata allora presso a 108 mille libbre (*), e che

(*) Sia *A M B*, *fig.* 3, il Globo aerostatico, ed *M m* un

e che questa forza ripartita per tutto il contorno della Macchina avrebbe dato incirca 2824 $\frac{1}{2}$ libbre per ogni piede di taffetà. Egli è ben evidente che un tessuto così fragile doveva cedere a una tensione tanto considerabile.

Egli è difficile di sapere a quale altezza il Pallone sia crepato, quantunque sia molto probabile che siavi bisognato uno sforzo molto minore di quello, che si è cal-

---

un elemento qualunque, infinitamente picciolo, del suo inviluppo, che supponghiamo internamente premuto da una forza perpendicolare $n M$, uguale al peso di una colonna di mercurio di 11 pollici quattro linee $\frac{1}{2}$. Immaginiamoci un piano qualunque AB, il quale divida il Globo in due parti uguali, e si risolva la forza nM in due altre Mt, Mr, l'una perpendicolare, l'altra parallela al piano AB. Tutte le forze Mr si saranno evidentemente equilibrate tra di loro, e la somma di tutte le forze Mt, esprimerà quella, con la quale la pressione esteriore tende a separare l'emisfero AMB, da quello, che gli è opposto. Ora, se rappresentasi per Pp la projezione dell'elemento Mm, sopra il piano AB, si avrà evidentemente:

$$Mn : Mt :: Mm : Pp.$$

Dunque $Mt \times Mn = Pp \times Mn$; dal che segue che la forza Mt, agendo sopra tutti i punti di Mm, opera, per separare i due emisferi, il medesimo effetto che la pressione costante Mn se ella agisse sopra tutti i punti di Pp. La somma di tutte le forze Mt sarà

Digitalizzato da Google

calcolato. Ma se il Mobile fosse pervenuto alla maggiore sua possibile elevazione, cioè a 2164 pertiche; siccome esso avrebbe, come mostrano i nostri calcoli, impiegato $25^{min.}$ per arrivarvi; e siccome era già caduto al punto di 45, ne seguirebbe che fosse disceso un po' più velocemente di quello che fosse salito; lo che non sembra punto probabile. E' ben verisimile che l'apertura siasi fatta nel Glo-

---

sarà dunque espressa dalla forza Mn, agendo sopra tutti i punti del gran cerchio AB, e sarà per conseguenza uguale al peso di un solido di mercurio, che avesse per base il gran circolo AB, ovvero 116, 260 piedi quadrati, e per altezza 11 pollici 4 linee $\frac{1}{2}$. Questo solido si trova di 110, 279 piedi cubici, ed in ragione di 978, 964 libbre per ogni piede cubico di mercurio, pesa 107964, 064 libbre. Tal'è la forza, che nelle circostanze supposte, avrebbe operato per separare i due emisferi del Globo, la quale ripartita sopra un contorno di 38, 222 piedi, darebbe 2824, 657 libbre per ogni piede di taffetà.

Giova osservare che questo metodo di determinare l'effetto d'una data pressione contro tutti i punti d'una superficie curva, si può applicare ad ogni specie di superficie; e che quest'effetto, considerato perpendicolarmente a un piano qualunque, è per conseguenza uguale a quello, che farebbe la data pressione, se fosse applicata a tutti i punti della projezione della superficie, di cui si tratta, sul piano supposto, qualunque fosse la natura della superficie, sferica o no.

Digitalizzato da Google

Globo molto tempo prima che fosse arrivato al punto da noi considerato; e che perdendo allora lentamente e per gradi il gaz, che sostenevalo, esso abbia impiegato nel discendere due o tre volte tanto di tempo quanto n' impiegò a sollevarsi. Questo però sarebbe non impossibile a dilucidarsi studiando le leggi della caduta d' un corpo in tali circostanze, siccome abbiamo considerato quelle della elevazione; e si potrebbe dedurne quasi la reale altezza, a cui esso è crepato, e la misura di quella forza, che la sua stoffa non ha potuto tollerare. Tal risultato potrebbe riuscir utile in seguito; ma io, o Signore, sono costretto a sopprimere questo dettaglio e molti altri più interessanti ancora sopra le numerose diligenze, che usar dovrebbonsi in simile esperienza, e sulla maniera di trarne immediatamente le leggi della resistenza dell' aria con formole semplicissime. Pongo fine a questa Lettera, forse ancor troppo estesa, e la quale pel disegno, che voi avete d' unirla ad altra Opera che stà per pubblicarsi, già per la sua lunghezza contiene reali inconvenienti. Spero di poter supplire dappoi a ciò,

Digitalizzato da Google

a ciò, che sono stato necessitato a lasciar fuori in questo luogo. Io sono ec.

Parigi 31 Ottobre 1783

DEL GAZ INFIAMMABILE

E del Gaz del Signor di Montgolfier.

Il Gaz infiammabile, che forma da qualche tempo il principal oggetto dello studio de' fisici, mediante i così bei fenomeni, ch' egli presenta, porge in questo tempo mezzi nuovi, applicabili ad esperienze, le quali apriranno una carriera assolutamente sconosciuta fino al giorno d' oggi.

Questo vapore, d' una leggerezza estrema (poichè l' aria dell' atmosfera è dieci volte più pesante di esso) venendo rinchiuso in un inviluppo, che sia capace di trattenerlo, e che abbia una certa ampiezza, si solleva ben tosto rapidamente, e seco lui strascina non solamente il corpo, che lo contiene, ma dei pesi ancora i quali si posson proporzionare alla massa di gaz nell' inviluppo contenuta; equindi i Glo-

Digitalizzato da Google

i Globi aerostatici formati con aria infiammabile.

Questo fatto è provato nella maniera la più autentica. Vi è anche il progetto di costruire un Pallone ad aria infiammabile, grande a segno di poter sollevare almeno un uomo; ed è molto desiderabile che eseguir si possa; si otterrà con ciò un fatto di più. I Signori Charles e Robert, i quali hanno aperto una soscrizione a tal oggetto, meritano per verità che si secondino le loro premure. Eglino posseggono tutto ciò, che fa bisogno per condur felicemente questa esperienza: e la loro emulazione non può che riuscir vantaggiosa a tale scoperta.

Quantunque il gaz infiammabile sia di alto prezzo, e difficil sia ottenerne in grande quantità, io son molto lontano dal rigettarlo. E' desiderabile al contrario, prima di rinunziarvi, avere assolutamente tentate tutte le maniere capaci di somministrarlo.

Gli studiosi di fisica devono fissar la loro attenzione sopra due punti importanti, relativamente ai Palloni aerostatici ad aria infiammabile. Il primo dev' essere

Digitalizzato da Google

re sopra i mezzi più facili e più economici per ottenere quest' aria : il secondo deve riguardare l' inviluppo . Bisogna cercare di procurarsene uno, che sia semplice, solido, che non tema nè pioggia, nè intemperie di stagione, e soprattutto che conservi esattamente il gaz, pel corso almeno di alcuni mesi, senza indebolirlo o deteriorarlo in modo alcuno.

Il ferro, la zelamina, il rame, lo stagno, il piombo, mescolati con acidi vitriolici o marini di buona qualità, indeboliti con tre porzioni di acqua non selenitica, producono l' aria infiammabile.

Conviene aver attenzione di non far mai uso in questa operazione di acido nitroso, conosciuto sotto il nome d' *acqua forte;* perchè l' aria, che quest' acido trae fuori dai metalli, è di una natura intieramente opposta a quella dell' aria infiammabile.

L' acido vegetabile, quand' abbia una certa forza, produce ugualmente dell' aria infiammabile coi metalli; ma la operazione è lenta e dispendiosa.

La noce di galla tritata, o qualunque altra sostanza vegetabile, che sia molto

Digitalizzato da Google

astringente, mescolate con limatura di ferro e con acqua, formano una pasta liquida, la quale produce, al termine d' un giorno o due, delle bolle d'aria infiammabile; ma questa operazione è pur troppo lunga. *Veggasi Priestley, Esperienze ed Osservazioni su diversi argomenti di fisica Tom. II. pag.* 130.

L'aria delle paludi è abbondantissima quasi dappertutto, dove sono acque stagnanti; e quest' aria infiammabile altro non costerebbe che la briga di raccoglierla. Egli è vero che la operazione sarebbe un po' penosa, operando in grande; ma non potrebbesi rendere alquanto più semplice? A me sembra che sarebbe facile, col mezzo d' un rastrello di ferro o di legno, il quale si dimenasse nel fondo d' un' acqua torbida fangosa, il procurarsene provvisioni assai abbondanti. Bisognerebbe piantare su questo rastrello un grande imbuto di latta, che ne coprisse la superficie; l'aria, che dal pantano si sviluppasse, monterebbe nell' imbuto, e pel tubo allungato dello stesso andrebbe in una grande bottiglia od altro comodo vase opportunamente piegato e pieno d'acqua; l'

aria

Digitalizzato da Google

aria infiammabile scaccerebbe il fluido acquoso, ed otturerebbesi la bottiglia, tostochè di quella fosse piena; due persone, in un picciol battello, potrebbero, con giudicio e con destrezza, raccogliere in tal maniera molto di quest' aria in breve tempo, e farne grandi provvigioni. Potrannosi immaginare altri mezzi analoghi, e più facili ancora, se si vorran fare ricerche pratiche su questo proposito.

L' aria delle paludi, quantunque infiammabile, è però meno leggiera di quella dei metalli; ma può ciò non ostante adoperarsi per le Macchine aerostastiche.

Lo spirito di trementina, distillato in un apparecchio pneumato-chimico, produce dell' aria infiammabile; ma questa è più pesante ancora che l' aria delle paludi, ed è riducibile.

Il carbone vegetale ed il carbon fossile ne somministrano anch' essi, ma non è leggiera. Vero è però che, dovendosi presumere che siavi mescolata dell' aria fissa, potrebbesi spogliarnela, facendola passare attraverso dell' acqua di calce.

Lo spirito di vino rettificato, *l' etere vitriolico* gettati goccia a goccia in vasi ri-

Digitalizzato da Google

scaldati, danno del gaz infiammabile; ma questo è riducibile, si condensa al freddo, e forma allora dei vapori acquosi.

Finalmente altre materie ancora semplici o mescolate produr potrebbero dell' aria infiammabile: niente osta che adoprar non si possano per esempio gli olj mescolati. Non mancano prove da qualche tempo che spontaneamente s' infiamma l' ocra ferruginosa mista alla fuliggine. Le piriti, messe in dissoluzione o al fuoco o col mezzo dell' acqua, non devon essere trascurate.

Non per altro io pongo quì questa rapida enumerazione che per presentare sott' uno stesso punto di vista, le sostanze atte a produrre dell' aria infiammabile, affine di far conoscere in un colpo d' occhio alle persone, che non avessero l' occasion d' istruirsene, quelle materie, sulle quali in preferenza d' altre potrebbero operare.

Ma siccome le ricerche sul gaz infiammabile sono state fino ad ora relative piuttosto alle qualità intrinseche ed altre proprietà sue, che alla sua leggerezza specifica, ed ai mezzi li più comodi per procurarsene in grande quantità; sarà ben fatto,

Digitalizzato da Google

to, aspettando che si facciano ulteriori scoperte sopra di ciò, descrivere quì que' processi, che meglio mi sono riusciti per ottenere il gaz infiammabile tratto dal ferro coll'acido vitriolico.

Mezzo per ottenere l' aria infiammabile col ferro e coll' acido vitriolico.

Procuratevi della limatura di ferro o di acciajo più pura che possiate trovare; guardate soprattutto che non sia giallastra o arrugginita, perchè in tal caso avendo perduta una parte del suo flogistico, essa contiene molto di gaz *acido mefitico*, il cui peso è molto più considerabile che quello dell'aria atmosferica.

Fate passare questa limatura per uno staccio un po' grosso, per separarne le paglie, le picciole schegge di legno ed altri corpi stranieri, che trovansi ordinariamente mescolati con essa, che i lavoratori non prendonsi molta briga di tener netta. Quando voi avrete la quantità, che vi sarà necessaria, di limatura purificata, vi converrà munirvi di acido vitriolico puro e concentrato. Se ne trova di otti-

Digitalizzato da Google

ma qualità, conosciuto sotto il nome di *olio di vitriolo*, alla manifattura di Javelle presso Parigi, ed a Ruano (*).

L' acido vitriolico dev' essere mescolato con acqua pura, in proporzion di quattro parti d'acqua e d'una d'acido. Questa mistura dev' esser fatta con precauzione in vasi di pietra o di majolica, avendo attenzione di mescolare da principio a piccola dose i due liquori, a motivo del calor eccessivo, che risulta da tale unione, e che produrrebbe la rottura de' vasi; ma andando dolcemente e con prudenza, non vi è per certo niente da temere; l'esperienza per altro e l'abitudine istruiranno molto meglio che tutto ciò, che dir si potesse in tal proposito. Non senza ragione ho raccomandato l' uso dei vasi di majolica o di pietra, perchè l' acido non morde punto la coperta della majolica, mentre che distrugge la vernice delle comuni stoviglie; ma la vera pietra arenosa, che

---

(*) Quella di Javelle, lontano due leghe da Parigi, costa dieci soldi la libbra prendendola sul luogo. Quella di Ruano, della manifattura del Signor Holker, è anch' essa buona.

Digitalizzato da Google

che è una specie di porcellana ordinaria non ne ha punto.

Il mezzo miglior di ottener l' aria infiammabile più pura e più leggiera che sia possibile, si è di farla passare attraverso dell' acqua in apparati *pneumato-chimici*, disposti alla maniera del Signor Duca di Chaulnes, o in quelli, che si trovano comunemente quasi presso tutti i fabbricatori d' istrumenti di fisica: ma questi apparati ben immaginati e assai comodi per esperienze di gabinetto, divengono insufficienti, quando si tratta di procurarsi una grande quantità di aria.

Il processo, che ora indicherò per tal effetto, mi sembra semplice e dei più facili ad eseguirsi. Prendete una grande botte di legno: ed anche più precisamente un barile di quattro in cinque piedi d' altezza e di sei in sette di diametro, situato verticalmente ed aperto nel di sopra: fate piantare, incirca due pollici e mezzo distante dall' apertura, una tavoletta semicircolare, che occuperà la metà del diametro della botte, e sarà solidamente costrutta, e ben formata in una scanalatura interiore ben disposta per riceverla. Quan-

Digitalizzato da Google

do la botte sarà piena, l' acqua ricoprirà la tavoletta, lo che è necessario; essa in tale stato sarà destinata, come negli apparecchi preumato-chimici ordinarii, a sostenere una campana o recipiente, il quale in luogo d' esser di vetro sarà di latta; bisognerà anche formar nel mezzo di questa tavoletta un' apertura cilindrica di due pollici di diametro, al di sotto della quale si formerà con del mastice un imbuto rovesciato, di cinque in sei pollici di larghezza nel suo diametro grande, e di sette in otto pollici di altezza, e il cui tubo sarà radente la parte superior della tavoletta.

Costrutto che sia questo semplicissimo apparecchio, si avrà una campana di latta di due piedi e mezzo di diametro e di 3 $\frac{1}{2}$ di altezza, aperta nel basso, ed avente nell' alto un galletto di rame situato verticalmente e disposto in modo da essere aperto o chiuso a piacere. Questo galletto deve avere un beccuccio atto ad essere introdotto in un secondo galletto attaccato all' apertura del Pallone, e questa parte del Pallone dev' esser un poco allungata e formata a foggia d' imbuto.

Co-

Digitalizzato da Google

Così accomodato il recipiente di latta, può esser dipinto in colore a olio, onde preservarlo della ruggine. Finalmente, per compiere l' apparato, è necessario avere una specie di bottiglia di piombo d' un piede di diametro e di due e sei pollici di altezza a due bucciuoli, de' quali uno servirà per introdur la limatura di ferro e l' acido, e sarà poi chiuso con turacciolo di sughero; l' altro sarà attaccato e saldato a un lungo tubo di piombo, incurvato e disposto in modo da poter esser facilmente situato sotto l' imbuto della tavoletta.

Questi tre pezzi principali così preparati, ed essendo la botte piena d' acqua, vi s' immergerà la campana o recipiente di latta, avendo cura d' aprir avanti il galletto, acciocchè la campana, votandosi d' aria, possa con facilità riempirsi d' acqua; lo che succeduto, sarà chiuso il galletto, ed un uomo o due solleveran dolcemente la campana in tale stato per situarla sulla tavoletta nella parte corrispondente all' imboccatura dell' imbuto, e poichè la tavoletta sarà coperta da due pollici d' acqua, quella del recipiente si so-

Digitalizzato da Google

sosterrà e non avrà comunicazione alcuna coll' aria esteriore.

Così disposte le cose, la bottiglia di piombo sarà aperta, e vi si getteranno, per l' apertura, che deve avere almeno un pollice di diametro, due libbre incirca di limatura di ferro, sulle quali si verserà dell' acido vitriolico, tanto che basti per coprir intieramente la limatura; si dimenerà prontissimamente con lunga spatola di ferro la composizione dentro la bottiglia di piombo; la bottiglia tosto sarà di nuovo ben chiusa, e l' aria, che si sprigionerà impetuosamente, s' introdurrà per via dell' altro bucciuolo e pel tubo nel recipiente, d' onde scaccierà l' acqua. Quando si rileverà che la campana è piena, del che si potrà accorgersi alle prime bolle d' aria, che usciranno sotto l' acqua del recipiente, si aprirà il galletto della campana e quello del Pallone, che io suppongo attaccato e sospeso al di sopra dell' apparecchio; e l' aria, quando s' immergerà la campana nell' acqua, passerà nel Pallone. L' acqua, che riempirà di nuovo la campana, sarà poi sloggiata anch' essa dall' aria infiammabile. S' immer-

ge-

Digitalizzato da Google

gerà ancora il recipiente nell' acqua, e continuando questa operazione, si otterrà una buona provvisione di purissima aria infiammabile.

Bisogna aver attenzione di gettare nuova limatura e nuovo acido nella bottiglia, quando s' osservi cessare l' effervescenza; così pure d' intervallo in intervallo convien gettare dell' acido un po' più forte, cioè, indebolito con sole due porzioni d' acqua.

Siccome col gettare replicatamente limatura ed acido vitriolico nella bottiglia, essa verrebbe a riempirsi: e siccome bisogna ciò schivar diligentemente, perchè in tal caso l' acido s' alzerebbe anch' esso, e seco strascinerebbe la limatura; perciò sarà necessario, quando si avrà bisogno di una quantità grande di aria, il proccurarsi due bottiglie di piombo, con che si avrà la facilità di sostituir l' una all' altra, e di ripurgare la prima, finchè si adoprerà la seconda. Avrassi attenzione, nel tempo del cambiar la bottiglia, di chiuder frattanto il galletto del Pallone.

Tal è il metodo, che io propongo, attendendo che le ricerche dei fisici ce ne somministrino di migliori.

Quan-

Digitalizzato da Google

Quanto alla maniera di riempire i piccioli Palloni fatti con pelle di battiloro, se non abbiano che dieci in dodici pollici di diametro, bisogna avere dell' aria infiammabile novella in vesciche di porco guernite de' loro galletti (*). Un picciolo tubo cilindrico di rame introdotto nel galletto porge la maggiore facilità di riempiere queste vesciche ; le quali si votano d' aria atmosferica ben comprimendole e stropicciandole ; si chiude il galletto, s' introduce il beccuccio in un turacciolo di sughero, il quale chiude una delle gole della bottiglia. Si getta della limatura e dell' acido nella bottiglia; la si chiude dopo aver aperto il galletto; e l' aria infiammabile ben tosto ha riempito la vescica. Con due di queste vesciche si ha la provvision d' aria necessaria per far alzar un pallone d' un piede di diametro.

Chi non fosse in grado di proccurarsi delle

(*) I fratelli Dumotier dimoranti in fondo della corte di S. Giovanni di Laterano, tengono sempre delle vesciche guernite di galletti, per mezzo delle quali possonsi far molte aggradevoli esperienze con l' aria infiammabile. Hanno eglino pure un assortimento di Macchine di fisica, e sono molto discreti nel prezzo.

Digitalizzato da Google

le vesciche co' galletti, può supplirvi nella maniera seguente; ma l'aria infiammabile n'è un poco meno pura, e per conseguenza un poco meno leggiera.

Abbiate un picciolo tubo di vetro di quattro linee di diametro in circa, e di tre piedi di lunghezza: adattate ad una delle sue estremità un turacciolo di sughero forato nel mezzo da banda a banda; in questo foro introducete il tubo, tanto che arrivi all'altra banda, e saldatevelo con mastice o con cera. E' mestieri che questo turacciolo portante il tubo si possa adattare nell'apertura d'una bottiglia nera ordinaria, o più grande ancora, se la capacità del Pallone lo esiga.

Abbiate un secondo picciolo turacciolo forato anch' esso nel mezzo. Chiudete con questo l'altra estremità del tubo. Nel foro di questo turaccioletto voi farete entrare un cannoncello di penna aderente al Pallone fatto con pelle di battiloro.

Gettate prima nella bottiglia due o tre oncie di limatura di ferro; versatevi sopra dell'acido vitriolico indebolito con quattro parti di acqua; chiudete allora sollecitamente la bottiglia col turacciolo mag-

Digitalizzato da Google

maggiore, cioè con quello che tiene nel suo mezzo una estremità del tubo; situate il cannoncello di penna aderente al Pallone nel picciolo foro dell' altro turacciolетto, il quale chiude l' altra estremità del tubo, la quale in tale situazione potrà dirsi estremità superiore. L' aria infiammabile si sprigionerà dentro alla bottiglia, ascenderà per via del tubo al Pallone, e lo riempirà. Si legherà allora con fil di seta il Pallone (il quale si è già detto dover esser in quella parte un po' allungato a foggia d' imbuto) al di sopra del cannoncello di penna; oppure vi si lascierà anche questo, otturandone l' apertura con picciolo, ma ben adattato turaccioletto, il quale a tal oggetto si avrà avuta l' attenzione di preparare avanti. Il Pallone in tale stato, lasciato in libertà, se ne partirà, seco portando la penna ed il turacciolетto, che potranno servir ad esso come di conveniente zavorra.

Se poi riempir si volesse un Pallone fatto a pelle di battiloro, ma di maggior grandezza, per esempio, di 20 in 25 pollici di diametro; in luogo di servirsi della bottiglia, bisognerebbe adoprare un pic-

cio-

Digitalizzato da Google

ciolo carratello di legno, nel disco superiore del quale fossero fatte due aperture; ad una delle quali adattar si potesse con esattezza il tubo di vetro; per l'altra si gettasse la limatura e l'acido; e ciò fatto questa si chiudesse con turacciolo adattato.

Del Gaz adoperato dal Signor di Montgolfier, per empiere ed elevare la Macchina aerostatica.

Il nome di *gaz* non dovrebbe essere applicato ad altro che ad una emanazione aeriforme qualunque, dotata d'un carattere proprio e specifico, e la quale produr si possa indipendentemente dall'aria atmosferica e senza il concorso di questa, o sia per mezzo di processi chimici, o sia per altri mezzi adoperati dalla natura, de' quali la maggior parte ci è ancora incognita.

Quindi io non sarei lontano dal pensare che il nome di *gaz*, a stretto rigore, non convenisse forse alla combinazione de' diversi vapori, che compongono l'aria adoperata da' Sigg. di Montgolfier a riempire ed inalzare le Macchine aero-

Digitalizzato da Google

rostatiche . Vero è che in questa operazione si abbruciano materie animali, le quali producono un vero *Gaz alcalino ;* e che la paglia accesa lascia scappar del flogistico e delle sostanze oliose ridotte in vapore, le quali possono porta re modificazioni diverse nell'aria atmosferica; che quest' aria medesima attraversando la fiamma v' incontra qualche cangiamento ; e siccome da tutte queste mescolanze viene a risultare un misto aeriforme particolare più leggero dell' aria comune, io non veggo che siavi inconveniente nel dare al medesimo il nome di *gaz* dei Sigg. di Montgolfier, in memoria della bellissima loro scoperta.

La esatta cognizione di questo *gaz* non è certamente una facil cosa: prima perchè dipend' essa da una quantità di circostanze accessorie ; in secondo luogo perchè le sperienze sinora fatte sono poche ed esigono operazioni destre e pronte ; e però non è stato ancora possibile il raccogliere provvisioni di quest' aria, prese ad altezze differenti, nella Macchina; lo che non sarebbe stato facile sia per cagion della sua grande elevazione, sia perchè sul princi-

pio

Digitalizzato da Google

pio doveva naturalmente impegnar più il successo delle esperienze che non la brama di far ricerche sulle qualità del *gaz*. Bisogna aspettare che circostanze più favorevoli ci mettano in grado di poterle esaminare e di farne le convenienti osservazioni ed indagini col mezzo dell' endiometro e dei processi chimici a noi noti.

Io mi contenterò adunque frattanto di riferire quì alcuni fatti da me raccolti colla maggior diligenza, che mi sia stata possibile, i quali servir potranno a quelli, che si trovetanno in caso d' esercitarsi in simili esperienze.

I. Osservazione. E' cosa importantissima, nello sviluppar il *gaz*, lo sparpagliare la paglia in maniera, ch' essa si accenda prontissimamente, e senza produr fumo; tutta l' attenzione di coloro, che dirigono il fuoco, rivolger si deve a tal oggetto: un fuoco vivo e chiaro, un fuoco di fiamma, è quello che conviene il meglio.

II. Bisogna, di distanza in distanza, gettar sulla fiamma e a scarsi manipoli, della lana tagliuzzata: la più fina è la migliore; essa si accende meglio e manda meno di fumo.

Digitalizzato da Google

III. Quando le persone incaricate della direzion del fuoco abbiano preso l' abito di non gettar troppo di paglia in una volta, ma di distribuirla in modo di avere una fiamma sempre costante; allora una Macchina di 70 piedi d' altezza e di 46 di diametro, può essere intieramente riempita in cinque minuti; cosa che sembra sorprendente (*).

IV. Quando ha cominciato la Macchina a gonfiarsi, nasce tosto una corrente d' aria assai rapida, la quale viene dall' esterno ed entra nella Macchina; di maniera che prima che si fossero prese le precauzioni necessarie, le tele disposte sotto al palco e d' attorno del focolare in forma d' imbuto cilindrico, erano agitate con somma violenza e portate adosso del focolare: quindi si è dovuto procurar di formarle col mez-

(*) A misura che l' alto della Macchina comincia a riempirsi, si va dolcemente alzandola, col mezzo d' una corda e d' una girella fissata tra due pali, di 50 in 60 piedi d' altezza, situati a fianco del palco. Si facilita così l' entrata e la diffusion del vapore nella Macchina; e così anche si viene a trattener questa, finchè pervenuta all' altezza dei pali, essa si libera da se medesima ed abbandona i suoi legami.

Digitalizzato da Google

mezzo di pali disposti attorno del focolare stesso, ai quali le tele furono inchiodate.

Entra adunque una quantità d'aria atmosferica nella Macchina.

V. Quest'aria comune, prima di entrar nella capacità del Pallone, deve attraversar la fiamma della paglia accesa: è probabile che quel calore riduca in vapori l'acqua contenuta in quell'aria, e quella che risulta dalla combustion della materia vegetabile.

VI. Quest'acqua ridotta in vapore forma un fluido elastico e più leggiero dell'aria medesima. Questo è differente da tutti i fluidi aeriformi finor conosciuti, posciachè (siccome ha molto bene osservato il Sig. di Saussure parlando dell'acqua vaporizzata) *col solo raffreddamento, partendosene il fuoco, si riduce esso vapore a forma densa e non elastica, ricomparendo quell'acqua, ch'era prima d'esser ridotta a vapore.* Saggi d'Igrometria; saggio 3 capitolo primo, pag. 186.

VII. Quando i vapori contenuti nell'aria atmosferica sono perfettamente disciolti dal calore, non sono punto visibili. Succede

Digitalizzato da Google

lo stesso di quelli, che sono racchiusi nella Macchina aerostatica. Quando la fiamma abbia prodotto un grado eguale di calore, i vapori acquosi non solo, ma gli oleosi e le altre emanazioni prodotte dalla combustione, sono talmente divise e disciolte, che la Macchina, quantunque piena e tesa in ogni suo punto, altro non offre che un fluido aeriforme, trasparente, ed in apparenza omogeneo.

VIII. Quando la Macchina ritrovasi in questo stato, allora essa s' inalza con forza e con velocità, e si sostiene il meglio nell' aria. Il vapore in questo caso è all' aria ammosferica come 1 a 2; vuol dire ch' esso è una volta più leggiero dell' aria ordinaria. Ciò è tanto più vantaggioso, perchè costruendo Macchine di grande capacità, si possono elevare pesi considerabili.

IX. Quando la Macchina aerostatica ha per qualche tempo servito all'esperienza, formasi nell' interno di essa una sottile e leggiera fuliggine, la quale appena attaccasi alla tela, e se ne distacca ad ogni più picciolo movimento.

X. Quando si è voluto provare di ar-

de-

Digitalizzato da Google

dere legno di rami secchi di vite, i quali danno un fuoco vivo e chiaro, la Macchina s'è gonfiata e tesa molto bene: ma la corrente d'aria trasportava rapidamente i carboni accesi fino alle parti più alte; lo che poteva essere di tanto maggior pericolo per lo inviluppo, perchè carboni anche a quell' altezza mantenevano un assai vivo fuoco; il che ci mostra che l'aria non era mefitica, nè deteriorata. Abbenchè questo fuoco di sarmenti sia ottimo; pure fino a che si scoprano mezzi opportuni per tenerlo fermo, converrà dare la preferenza a quello di paglia, il quale non fa carbone di sorte alcuna.

XI. Sembra che l' aria alcalina abbia qualche parte nella leggerezza del gaz: ma siccome la Macchina s' inalza (bensì un poco meno) allor quando s' abbrucia semplicemente della paglia, ne segue che l'aria riscaldata, che l'aria dilatata, e che le molecule acquose, che si trovano naturalmente in essa, e quelle che vi sono portate per la decomposizione della paglia, ridotte a vapore, contribuiscano per la massima parte colla loro leggerez-

Digitalizzato da Google

za all' ascension della Macchina. Pure, siccome per questa opinione io non ho che presunzioni e niente ancora di certezza, perciò io non l'avanzo se non come semplice congettura; posciachè, quantunque la fisica dei gaz abbia fatto un gran passo, è da credere che ci rimangano ancora molte cose a sapere su tal proposito.

Io potrei addurre quì un esempio, che non è forse straniero, quantunque tal sembri a prima giunta, per l' oggetto ch' io ho alle mani. Parlo dell' aria, che agisce come dissolvente dell' acqua. Il fluido aereo è cotanto avido di questa, che seco ne ritiene costantemente delle parti, e mai non se ne spoglia intieramente. L' igrometro di comparazione, di cui ha ora arricchita la fisica il Signor di Saussure, ci ha dato grandi lumi sullo stato dell' aria; e l' opera, che ha pubblicato quell' illustre scienziato su tale argomento, ci apre l' adito a più preziose scoperte. L' epilogo generale, che termina il capitolo VIII. de' suoi *Saggi sull' Igrometria*, forma una esposizione succinta, ma così chiara e metodica, che mi lusingo di far cosa grata trascrivendolo in questo luogo.

„ La

Digitalizzato da Google

„ La svaporazione propriamente detta è
„ il risultato o piuttosto l' effetto dell'
„ unione intima del fuoco elementare con
„ l'acqua. Da questa unione del fuoco e
„ dell'acqua nasce, cambiando essi la loro
„ forma primiera, un fluido elastico più
„ raro dell' acqua, il quale merita emi-
„ nentemente il nome di *vapore*.

„ Questo vapore, quando si formi nel
„ vuoto, o quando la sua abbondanza ed
„ un calore costante gli diano forza ad
„ espellere l'aria, che lo comprime, si no-
„ mina *vapore elastico puro*.

„ Ma allor quando questo medesimo
„ vapore non può superare intieramente
„ la forza compressiva dell'aria, essa lo
„ penetra, seco si mescola, e soggiace ad
„ una vera dissoluzione; ed in questo sta-
„ to si nomina *vapore elastico disciolto*.

„ Allor quando poscia l' aria saturata
„ lascia precipitar l' acqua che contie-
„ ne, quest'acqua prende talora la for-
„ ma di vescichette o di picciole bolle:
„ queste vescichette, piene ed inviluppate
„ per un fluido raro e leggiero, sosten-
„ gonsi nell'aria, e s'inalzano anche al-
„ le volte per essere specificamente più

 „ leg-

Digitalizzato da Google

„ leggiere di essa. Questi adunque sono
„ corpi stranieri all'aria, e d' una natura
„ assolutamente diversa da quel fluido ela-
„ stico, al qual abbiamo dato il nome di
„ *vapore*. Pure, per conformarmi all' uso,
„ io li pongo nella classe dei vapori e li
„ distinguo col nome di *vapor vescico-*
lare.

„ Finalmente, allorchè il vapore ela-
„ stico o le vescichette medesime si con-
„ densano in goccioline piene, le quali
„ non differiscono dalle gocce di pioggia
„ per altro che per la loro estrema pic-
„ ciolezza, queste sono anch' esse corpi
„ ben diversi dal vapore propriamente det-
„ to. Siccome però questi corpi nuotano
„ per l' aria, e vi si possono sostenere
„ per qualche tempo mercè la loro agita-
„ zione e la loro viscosità, io li pongo
„ anch' essi fra i vapori e li distinguo
„ col nome di *vapore concreto*. *Saggio d'*
Igrometria, cap. VIII. pag. 257.

Esattissima è questa esposizione del va-
rio stato dei vapori, e presenta un fatto
notabile in fisica, quello cioè de' va-
pori vescicolari, i quali possonsi riguar-
dare come tanti piccioli palloncini aero-

sta-

Digitalizzato da Google

statici, se mi si fa lecito l'esprimermi così, i quali al concorso di certe circostanze si alzano, ondeggiano e viaggiano per l'aria, gli uni a fianco degli altri, senza unirsi, senza confondersi, per formare delle nuvole nelle alte regioni atmosferiche; nuvole che possonsi riguardare come fiumane intiere sospese sopra le nostre teste: e se i Signori Montgolfier con una semplice Macchina di 70 piedi d' altezza e di circa 46 di diametro, ci han fatto vedere che potevansi alzar pesi considerabili, giudichiamo da ciò della forza di una nuvola di tre in quattro cento piedi di diametro, e di cinque o sei cento di altezza, se si venisse giammai a trovar l'arte di riunirla e d' imprigionarla dentro ad un inviluppo, che non la lasciasse scappare, e che non portasse veruna alterazione alla disposizion ed alle qualità dei vapori vescicolari; voglio dire che condensandoli non li facesse risolvere in acqua.

Io penso che debbasi stabilire una grande distinzione fra i vapori artificiali, che noi formiamo col mezzo del fuoco, e quelli che produce la natura in modo spontaneo, con picciolo calore.

A noi

Digitalizzato da Google

A noi fa d' uopo d' un violente grado di fuoco per trar fuori l' acqua dalle sostanze vegetali o animali; per ridurla in vapori a guisa dell' acqua comune e degli altri fluidi, che noi conosciamo; e questi nostri vapori appena sono alzati che si condensano. Per contrario la natura non solamente produce i vapori vescicolari senza molto di calore, ma li solleva ad altezze grandissime, il freddo delle quali non li condensa se non se a segno di renderceli visibili, non a segno di risolverli; posciach' essi tanto nell' inverno quanto nella state, si sostengono ad un' altezza, che sorpassa alcuna volta le tre mila pertiche, in maniera che la causa, che li fa risolvere in pioggia, sembra non avere alcuna essenziale relazione col freddo, nè col calore, ma esser un fenomeno d' un genere differente.

Se il fuoco elettrico è quello probabilmente, che tiene i vapori vescicolari in quello stato, che li costituisce tali; la perdita di questo sottil fuoco gli obbliga a riunirsi. Ecco la riduzion di questi vapori in pioggia.

Molto sarebbe interessante, senza dubbio,

Digitalizzato da Google

bio, il trovare un *processo*, che ci mettesse sulla strada di riconoscere la specie di fluido aeriforme rinchiuso in ciascheduna bolla di vapore. Sarebbe forse un' aria colta ed inviluppata dall' acqua allorchè questa ha preso la forma sferica? Dovrebbe forse quest' aria la sua origine ad una modificazion particolare del fluido acquoso? Tale specie di trasmutazion dell' acqua in aria, oggetto da qualche tempo delle ricerche del Dottor Priestley, sembrar deve meno sorprendente, dappoichè si sa che due porzioni d' aria infiammabile, unite ad una data porzion d' aria deflogisticata, producono, accese con una scintilla elettrica, un peso d' acqua uguale a quello delle due arie: esperienza curiosa non meno che importante, tentata prima in Inghilterra, e dimostrata poscia in Francia.

Degna sarebbe d' un uomo di genio, inclinato ed abile per le fisiche sperienze, la intrapresa di tentarne una in grande analoga alla formazion ed all' ascension delle nuvole. A tal oggetto construir si potrebbe una Macchina aerostatica, della quale l' inviluppo formato di seta o di qua-

Digitalizzato da Google

qualunqu' altra materia, fosse coperto d' una vernice resinosa atta a conservar l' elettricità dei corpi, che vi fossero racchiusi. Questa Macchina, sulla parte dell' edificio destinato per isviluppar i vapori, sarebbe rattenuta da cordoni di seta, che servirebbero ad isolarla; e sarebbe riempita alla maniera del Signor di Montgolfier, cioè col mezzo d' un fuoco vivo e chiaro; ma s' avrebbe attenzion di situar sul focolare una grande eolipila piena d' acqua, perchè il fuoco la riducesse ben tosto in vapori, e la fiamma la portasse dentro a tutta la capacità del Pallone. Questa massa di attivi vapori si elettrizzerebbe immantinente, col mezzo d' una buona Macchina e d' un conduttore opportunamente a ciò disposto. Dopo avere armato l' inviluppo esteriore con alcune punte acconcie ad attrarre la elettricità atmosferica, si lascierebbe andar la Macchina all' aria; dominandola per via di lunghi cordoni di seta, co' quali riavvicinarsela a piacere per istudiarne i risultati, che presentasse; o abbandonandola a se medesima, onde vedere per quanto tempo ed a quale altezza si sostenesse nell' amosfe-

Digitalizzato da Google

fera, e ciò che in tale stato ne succedesse.

Si potrebbero variar quest' esperienze in molte e molte guise; e se io non dovessi abbreviar questa Memoria, la quale è forse ormai troppo lunga, vorrei proporre degli altri tentativi; poichè l' abitudine di vedere la Macchina aerostatica, e di studiarla tutte le volte che s' è posta in uso, mi ha fatto nascere alquante nuove idee, alcuni progetti di sperienze, l' esecuzion delle quali non mi sembra al certo impossibile.

Finalmente, per ritornare al gaz del Signor di Montgolfier, restano ancora una moltitudine di ricerche da farsi su tal proposito, e l' autore medesimo ne conviene. La scoperta è così recente, che piuttosto ha eccitato la brama di fare grandi e belle esperienze con un mezzo facile, e che si avea per dir così nelle mani senza spesa che non la premura di perfezionare il gaz, o la voglia di posporlo ad altri, i quali presentavano somme difficoltà. Ora si è ottenuto di sollevare pesi considerabili col primo mezzo: ecco il momento di occuparsi nelle ricer-

Digitalizzato da Google

cerche, onde trovare mezzi più comodi ancora, se pur sarà possibile.

Abbiamo davanti un campo, che non è così limitato, come alcun potrebbe credere. Possonsi variar le prove non solo con ispezie diverse di legni; ma con del carbon vegetabile, spogliandolo del suo gaz mefitico nel punto stesso, in cui s' abbruciasse, ovvero con del carbon fossile; le resine ed altri corpi combustibili, i quali si tentasse di mescolar con sostanze saline, somministrerebbero forse de' mezzi felici, i quali renderebbero semplici le operazioni. Finalmente resterebbero da imaginarsi dei fornelli, delle specie di cammini, de' focolari ec. più vantaggiosi, più economici per l' uso delle Macchine aeorostatiche, del fornello, che finora si è posto in uso. La Chimica è così avanzata in questi tempi, che ci fa sperare dei mezzi atti a perfezionare una scoperta, la quale farà sin d' ora un' epoca nelle scienze memorabile per sempre.

DEL

Digitalizzato da Google

DEL CAOUTCHOUC,

Conosciuto sotto il nome di gomma elastica; e della maniera di sciogliere questa sostanza.

La gomma elastica si trova nella provincia degli Smeraldi al Perù, e geme da un albero nominato dai naturali del paese *hhévé*, il quale, per incisioni che vi si fanno, getta un succo latticinoso, che si condensa, quando stà esposto al sole o al fumo, e prende la più forte consistenza. Di questa sostanza, in que' paesi, fannosi delle fiaccole di un pollice di diametro e due piedi di lunghezza; si avviluppano con una foglia di banano per trattenere la materia, allor quando arde: e siccome simile materia gommosoresinosa s' accende con facilità, queste fiaccole ardono senza stoppino.

L' arbore, che produce la gomma elastica, cresce anche sulle rive del fiume delle Amazzoni presso gli *Omagnas*, e ne' contorni del *Parà* nelle Missioni Spagnuole.

Il

Il Signor Fresnau, Cavaliere dell' Ordine reale e militare di S. Luigi, ed ingegnere a Cajenna, scoprì in questa colonia, dopo grandi ricerche e molte pene, l'albero, che produce la gomma elastica.

Eccone la descrizione data da lui medesimo in una Memoria da esso indirizzata al Signor de la Condamine nel 1751.

„ L' *albero siringa*, così chiamato dai
„ Portoghesi del *Parà*, *hhévé* dagli abitanti
„ della provincia degli Smeraldi, e Caout-
„ chouc dai *Mainaz*, è molto alto, di-
„ rittissimo, avente in cima una picciola
„ testa, privo di rami per tutta la sua
„ lunghezza. Il più grosso nella Guiana
„ non ha che due piedi di diametro; tut-
„ te le radici son sepolte in terra. Il tron-
„ co è più grosso verso la base, ed è sca-
„ glioso pressappoco come il frutto del pi-
„ no. La foglia, a somiglianza di quella
„ del *maniste*, è composta di molte foglie
„ disuguali in grandezza, attaccate ad
„ uno stesso gambo, le quali sono tre
„ per ordinario, alle volte quattro ed
„ anche cinque. Le più grandi occupano
„ il centro, hanno tre pollici di lun-

ghez-

Digitalizzato da Google

„ ghezza e tre quarti di pollice di lar-
„ ghezza; e il loro colore è verde-chia-
„ ro al di sopra, e più pallido al di
„ sotto. "

„ Il frutto di quest'albero è una coccola
„ triangolare, di figura simile al frutto
„ del ricino o *palma christi*, ma di gran-
„ dezza molto maggiore, di sostanza le-
„ gnosa compatta. Questa coccola ha tre
„ gambi; ogni gambo racchiude una se-
„ menza sola, ovale, di color bruno,
„ ove trovasi una mandorla. „

Il Signor Fresnau non s'è contentato d'aver fatto ricerche intorno l'arbore, che produce la gomma elastica, ma s'è applicato ad indagini chimiche su questa materia. Egli ha trovato, prima del 1751, l'arte di scioglierla nell'olio di noce, tenendola semplicemente in digestione sulle ceneri calde, o su d'un bagno di sabbia; siccome puossi vedere nelle Memorie dell' Accademia Reale delle Scienze.

Il Signor Berniard, laborioso ed esatto chimico, ha fatto ancor egli numerose sperienze sopra la gomma elastica. Ha pubblicato nel tom. 17. del Giornale di Fisica, Aprile 1781, pag. 265, una Me-

Digitalizzato da Google

moria interessantissima, nella quale si leggono molte maniere per isciogliere la gomma elastica. Vi s' impara che gli olii essenziali di lavanda, di spico, di trementina, esposti al calor di un bagno di sabbia, e mescolati con gomma elastica tagliata in piccioli pezzetti, come parimente gli olii tratti per espressione, come quello di noce, quello di uliva, di lino, di papavero ec. sciogliono la gomma elastica; ma la specie di vernice, che formano in tale circostanza, è difficilissima a seccarsi anche dopo lungo tempo (*).

Per altro il Signor Berniard non faceva tutte queste ricerche ad oggetto di procurarsi vernice di gomma elastica: il suo scopo principale era di sciogliere questa sostanza, conservandole tutta la sua elasticità, affine di poter dare ad essa forme utili e favorevoli alle arti; punto al qual egli confessa di non aver potuto pervenire; in modo che si posson riguardare le

(*) Sul fondamento di fatti così positivi io credo, che i Sigg. Robert a torto affermino nel Giornale di Parigi, di aver essi trovata l'arte di sciogliere la gomma elastica.

Digitalizzato da Google

le dissoluzioni da lui ottenute, piuttosto come la materia della gomma elastica ridotta ad una specie di mucilaggine, che come una vera dissoluzione, somigliante a quella, che danno i corpi veramente resinosi, quando si tengono in digestione negli spiriti ardenti.

Io però non consiglierei mai l' uso della gomma elastica per le Macchine aerostatiche, quand' anche la si sciogliesse molto meglio che non hanno fatto i Signori Robert: poichè un gran numero di persone in Parigi hanno dei pezzi del Pallone del Campo di Marte, i quali non sono niente asciutti ancora, e che incollansi strettamente gli uni cogli altri, quantunque siano inverniciati da più di due mesi: oltr' a ciò sono gremiti di piccioli granellini; ed un calor un po' forte fonde la gomma elastica, che vi si è adoperata.

Torna adunque il conto servirsi della vernice fatta colla gomma *copale*, o col *succino*, della quale trovasene ben preparata dal Signor Watin presso la porta S. Martino. Queste vernici seccansi in due o tre giorni, danno al taffettà un bel lucido, della pieghevolezza, e lo

Digitalizzato da Google

rendono impenetrabile all' aria. Il Signor Meignier, fabbricatore d' istrumenti di matematica, uomo in cui la probità agguaglia i talenti, ed a cui si può appoggiarsi con tutta sicurezza per la costruzione di Palloni aerostatici in taffettà o in tela, ne ha fatto molti, e fra gli altri uno pel Signor Duca di Crillon, in taffettà inverniciato con gomma copal, il qual ebbe il più felice successo, posciachè restò in aria per dodici ore, mentre quello del Campo di Marte non vi si sostenne che per 45 minuti.

Non ostante, siccome posson succeder de' casi in avvenire, per li quali la gomma elastica fosse utile; perciò io voglio quì dare un processo per discioglierla.

Prendete una libbra di spirito di trementina, una libbra di gomma elastica tagliata in piccioli pezzetti colle cesoje; versate lo spirito di trementina in un matraccio a collo lungo, il quale voi collocherete su d' un bagno di sabbia caldo; gettate la gomma elastica, non tutta ad un tratto, ma poco a poco, secondo che v' accorgerete ch' essa va disciogliendosi. Quando sarà essa fusa, versate nel matraccio una lib-

Digitalizzato da Google

libbra d'olio di noce, o di lino o di papavero reso diseccante alla maniera consueta, cioè col litargirio; lasciate bollire il tutto per un quarto d'ora; e la preparazion sarà fatta.

LETTERA

Dal Sig. Faujas di Saint Fond.

Intendo, Signore, che siete per dare al Pubblico, che impazientemente l'aspetta, una storia precisa della prima esperienza aerostatica fatta dai Signori di Montgolfier in Annonay, dell' altra ripetuta in Versaglies da uno de' due fratelli, e di quella fatta ai 27 Agosto nel Campo di Marte.

I legami vostri col Sig. di Montgolfier vi pongono più al caso di ogni altro di rendere un conto esatto della bella e sublime esperienza immaginata ed eseguita per la prima volta dai due fratelli in Annonay.

Questi stessi legami e l'attenzione estrema data a quella di Versaglies, uniti alla premura presa per raccoglierne dalla bocca de' testimoni oculari tutte le circostanze, che da voi stesso non avete potuto

Digitalizzato da Google

vedere, devono rendere la storia, che vi proponete di pubblicare, istruttiva ed esatta; ed intorno all' esperienza fatta nel Campo di Marte a' 27 Agosto passato, voi ne siete certamente istruito più che ogni altro, poichè siete il primo che avete pensato a ripetere l' esperienza di Annonay; che avete immaginato la materia, da cui doveva il Pallone essere fatto, coperto ed empiuto; che per ottenere i mezzi necessarii alla costruzione della Macchina, avete formata ed animata una soscrizione nazionale; e perchè voi foste quello, che da questa soscrizione fu nominato per capo colla plenipotenza di dirigere una sì celebre esperienza.

Avete fatto di più. Animato dal zelo d' immortalare il nome degli autori di sì grande scoperta, avete aperta una nuova soscrizione per presentare ai Signori di Montgolfier una medaglia coniata in onor loro, e che fosse un monumento eterno della loro gloria e dell' ammirazione dei loro concittadini.

Questa nuova soscrizione vi ha pure eletto per capo di coloro, che dovevano determinare il disegno della medaglia.

In

Digitalizzato da Google

In tale qualità adottaste l' iscrizione da me proposta per essa; ed a voi, come capo di questa unione, ho l' onore d' indirizzare questa lettera, nella quale pretendo di rispondere alle principali obbiezioni, che ho inteso essere state fatte contro questa iscrizione.

Non solamente per difendere l' espressione di questo Esergo, che giudico di poca importanza, entrerò in tale discorso, ma principalmente (oltre la premura di giustificar la vostra scelta, che troppo mi onora) per far conoscere, in quanto potrò, la bellezza ed importanza della scoperta, a cui fa allusione l' Esergo, m' accingo a discutere le obbiezioni. Mi permetterete d' entrare in materia senz' altra introduzione.

Esergo della Medaglia.

STEFANO E GIUSEPPE DI MONTGOLFIER
PER AVER RESA L' ARIA NAVIGABILE.

Delle obbiezioni fatte contra questo Esergo, la prima sembrami puramente grammaticale, e non merita perciò molto esame.

La seconda attacca il pensiero, e tende-

Digitalizzato da Google

rebbe, se fosse fondata, a diminuire la bellezza della scoperta. Credo dunque per tal ragione di dover discuterla seriamente e coll' estensione che esige.

La prima obbiezione si riduce a dire, che si vola in aria, si nuota in acqua, e si navigà sulla superficie di questa; che l' idea della navigazione porta quella d' un corpo solido sostenuto sulla superficie d' un fluido; che la espressione di *navigabile* non può perciò applicarsi ad un fluido come l' aria, sulla superficie del quale verun corpo solido non può essere trasportato; che nel caso nostro l' aria non è stata resa capace di trasportare de' corpi solidi, ma de' corpi solidi si sono resi atti ad essere trasportati nell' aria; e che per conseguenza la espressione dell' Esergo è inesatta per questi due rapporti.

Rispondo, che l' espressioni di volare e di nuotare non pajonmi applicabili propriamente che ad animali viventi; che per poter chiamar navigabile un fluido, importa poco che lo sia o sulla sua superficie o nella sua profondità, che i corpi sieno trasportati; e se l' aria, precisamente parlando, non è stata resa capace di trasportare

de'

Digitalizzato da Google

de' corpi solidi, ma questi resi capaci ad essere trasportati nell'aria, questa per tale scoperta non è però divenuta meno atta ad operare simil trasporto, onde può dirsi metaforicamente che la scoperta ha resa l' l'aria navigabile. Aggiungerò che questa metafora mi sembra meno ardita di tante, di cui ci serviamo nel nostro linguaggio; e riflettendosi quanto sia difficile lo stile lapidario ne' nostri idiomi moderni, parmi che si possa e debba ammettere anche questa senza scrupolo.

Per altro, sicccome questa obbiezione non versa che sopra un' espressione, per cui poco m'interesso, le lascierò volontieri tutta la forza, che può restarle, e passerò all' esame della seconda obbiezione, che penetra più nel fondo della questione, e che per più riguardi merita una più diligente discussione. Per iscioglierla dunque consacrerò il poco di tempo che mi resta da scrivervi.

Le persone, che fanno questa obbiezione, dicono, che acciocchè un fluido possa chiamarsi navigabile, non basta che possa trasportare o strascinare de' corpi solidi; ma conviene che possa trasportare uomini sen-

Digitalizzato da Google

senza pericolo quasi certo di perire; che se vi fossero mari, su' quali di cento vascelli, che vi navigassero, se ne salvasse appena un solo, si direbbe propriamente e con ragione, che questi mari non sono navigabili, e che sembra dalle sole esperienze aerostatiche sinora fatte, che gli uomini, che si arrischiassero a navigare nell' aria con tali macchine, correrebbero almeno altrettanti rischi, quanti coloro che navigassero ne' mari predetti.

Osservasi, che la Macchina aerostatica d' Annonay, dopo essersi innalzata ad una ben grande altezza, non vi è restata che per pochissimo tempo, ed in breve ricaduta pel suo proprio peso, perchè non ha potuto conservare il gaz contenutovi in sufficiente quantità per sostenerla. Osservai, che quella di Versaglies, dopo essersi alzata molto meno di quella di Annonay, ha precisamente avuta la stessa sorte, e che il Pallone del Campo di Marte, dopo essersi alzato sino ad un' altezza incognita, ed aver corso lo spazio di dieci mila pertiche, è stato squarciato nell' aria dalla rottura d' equilibrio tra la forza del gaz, che conteneva e quella dell' aria,

che

Digitalizzato da Google

che circondavalo; di modo che sembrano queste esperienze fatte più per ispaventare sopra i pericoli di viaggiare su tali Macchine, che per incoraggire a farne uso.

Osservasi in oltre che di queste Macchine sì fragili, e che non hanno potuto fermarsi in aria che sì poco tempo, la sola di Versaglies fu caricata di qualche peso; e ch' è verisimile che le altre sarebbero ben prima state lacerate, e molto minor tempo si sarebbero sostenute in aria, se fossero state caricate del peso, che dovevano portare.

Si aggiunge in fine che potendosi formare queste Macchine d' una tessitura sì forte, che non lasciassero svaporare il gaz contenutovi, e solide a segno di resistere allo sforzo del peso, di cui venissero caricate, o a quello che potessero provare per lo sbilancio di equilibrio tra la forza del gaz inchiuso e quella dell' aria che le circonda; converrebbe ancora avere il modo di dirigerle a piacere, perchè potessero servir di qualche uso e d' istromento per una navigazione propriamente detta; e si termina con osservare, ch' essendo incognita l' arte di dirigerle, e che nessuna

Digitalizzato da Google

na regola avendone dato i Sigg. di Montgolfier, l' onore attribuito loro dall' Esergo di aver renduta l' aria navigabile, pare piuttosto una profezia e una rodomontata, che un' espressione giusta e modesta della scoperta di questi Signori.

Questa obbiezione unisce molte difficoltè, che meritano un esatto esame in tutte le loro parti, tanto più che sembrano attaccare ad un tempo e la mia sincerità e la gloria de' Sigg. di Montgolfier.

Dichiaro prima di tutto, che anzi che esagerare in questo Esergo la importanza della scoperta de' medesimi, mi spiace di non aver potuto farne risaltare il merito a sufficienza; che sono intimamente persuaso che la invenzione di queste Macchine porta seco quella di rendere possibile la navigazione nell' aria, e che la possibilità di questa navigazione mi parve una immediata conseguenza della scoperta.

Dichiaro inoltre, che quantunque i Sigg. di Montgolfier non abbiano palesato alcun metodo di condurre a piacere nell' aria queste Macchine aerostatiche, sono persuaso, ch' essi ne posseggano di eccellenti.

Dal

Digitalizzato da Google

Dal Sig. di Montgolfier, ch'è attualmente in Parigi, ho inteso dire, che sapeva tutti i modi di dirigere in ogni senso queste Macchine; e conoscendolo leale, modesto, dotto, non posso sospettare ch' egli volesse vantarsi di una cognizione che non avesse, o temere che si fosse ingannato, supponendolo.

Intanto siccome questi Signori non hanno comunicato ancora il mezzo di rendersi padroni del moto di queste Macchine nell' aria; e trattasi di giustificare il mio Esergo, e specialmente la mia sincerità, indicherò i modi presentatisi al mio spirito per dirigere queste Macchine, dopo aver risposto alle difficoltà, che si propongono relativamente alla loro poca solidità e impenetrabilità, ed attenderò poi con grande ansietà, che il Sig. di Montgolfier abbia insegnato i modi per condurre questi Globi, essendo persuaso che migliori saranno e preferibili a quelli da me immaginati. Ritorniamo intanto alle altre parti dell' obbiezione.

E' ingiustizia il decidere, che alcuna Macchina aerostatica non possa sostenersi per lungo tempo nell' aria dopo tre esperienze,

Digitalizzato da Google

ze, due delle quali non erano evidentemente fatte col disegno di renderle capaci. I Sigg. di Montgolfier non avevano in mira nella esperienza di Annonay se non di mostrare che un corpo di un peso considerabile poteva innalzarsi da se stesso nell' aria, e restarvi per qualche tempo; ed il modo, con cui era fatta la Macchina, come la poca attenzione a conservare il gaz, di cui era ripiena, provano che non avevano pensato a renderla atta a restare per lungo tempo sospesa nell' aria, e che non potevano averne speranza.

La Macchina aerostatica di Versaglies era fatta per verità più solidamente di quella di Annonay, e le sue parti erano più unite; ma è vero altresì, che il suo artefice non aveva preteso che dovesse sostenersi gran tempo in aria; anzi il precipizio estremo, col quale fu forza il fabbricarla, fu causa che nell' alto restassero alcuni difetti, che ne cagionarono la rottura.

Questa esperienza prova due cose ugualmente importanti. Mostra che queste Macchine possono non solamente innalzarsi da se, ma che con facilità possono seco alza-

Digitalizzato da Google

zare i pesi, di cui si caricano, purchè questi siano in porporzione convenevole col volume e col peso della Macchina. Questa esperienza serve ancora a provare, che in caso di qualche accidente queste Macchine ricadrebbero lentamente, sicchè nessun danno risentirebbero gli uomini, che con esse cadessero: e lo stato, in cui fu trovato il montone sospeso alla Macchina, come la tranquillità, colla quale mangiava nella sua gabbia, sono segni certi, che non aveva ricevuto alcuna scossa, nè alcun incomodo nell' alzarsi e nel ricadere.

La Macchina aerostatica del Campo di Marte era fatta per salire più alto, e per sostenersi nell' aria più lungo tempo delle altre due. Per provare il taffettà, di cui era composto il Globo, ne aveano attaccato un pezzo sopra un recipiente scoperto, erasi fatto il vuoto, finchè la tenta fosse discesa al di sotto d' un dito: tal prova erasi ripetuta moltissime volte, senza che questo pezzo di taffettà sembrasse alterato, e così aveasi la sicurezza, ch' era di una forza considerabile ed assolutamente impenetrabile all' aria. Non ci voleva altro, per avere in ristretto una Macchina tanto perfet-

Digitalizzato da Google

fetta, quanto poteva desiderarsi, che non affrettarsi il piacere di godere questa esperienza, e dare all' intonaco il tempo necessario a diseccarsi.

Qual' era questa Macchina, perdeva poco dell' aria infiammabile, di cui era piena, e se fossero stati eseguiti gli ordini dati, e ch' eravate in dritto di dare come capo e sindico dei sottoscritti, il Pallone sarebbesi per più lungo tempo sostenuto, e la esperienza sarebbe riuscita più istruttiva.

Voi avevate preveduto, e tutti i fisici con voi, che riempiendosi intieramente il Pallone, una sfera di sì gran diametro non poteva resistere alla espansione dell' aria infiammabile inchiusavi, quando l' elasticità di questo gaz non fosse più contrabbilanciata da un' aria densa a segno di opporgli una forza uguale alla sua. Questo Pallone essendo in effetto d' una leggerezza molto maggiore d' un volume d'aria corrispondente alla sua, dovette ascendere ad un' altezza, dove l' aria, a motivo della sua grande espansione, non potè resistere alla elasticità del gaz, che inchiudeva, e dove la forza della stoffa non potè resistere alla sua elasticità; mentre

se

Digitalizzato da Google

se fosse stato meno pieno, sarebbe da una parte asceso meno alto, e dall'altra avendo il gaz spazio da estendersi, non avrebbe potuto impiegare la sua forza a lacerare il Pallone. E' cosa evidente, che lungo tempo prima che il Pallone sia giunto al suo punto d' equilibrio, siasi fatta la rottura, che ha causata la sua caduta, e che ha privato il Pubblico dell' istruzione, che il buon successo dell' esperienza avrebbegli procurata.

Se l'esperienza fosse riuscita come doveva, si poteva sperar di sapere a quale altezza il Pallone fosse asceso, qual tempo avesse impiegato a salirvi e fissarsi al suo punto di equilibrio; il tempo che avesse potuto durare prima d'aver perduto abbastanza d'aria infiammabile per diventar più pesante d'un volume d'aria atmosferica eguale al suo; la strada che avesse fatta in questo tempo; i venti che avessero regnato nelle regioni superiori ec.

Per ottenere questi risultati importanti, avevate ordinato in quella mattina, me presente, di non empiere il Pallone più di quello ch'era: ma l'ostinazione e ciarlataneria di coloro, che si erano im-

Digitalizzato da Google

padroniti della Macchina, non vollero ubbidirvi. Non avendo avuto altro merito, che quello di aver tagliato e intonacato il Pallone, hanno voluto mostrare al pubblico, che sapevano fare una palla rotonda a dovere, ed hanno tutto sacrificato ad una gloria cotanto frivola.

Checchè ne sia, è facile l' impedire che i Palloni così abbandonati si lacerino, per quanto leggieri siano ed a qualunque altezza saliti; ed il mezzo, che voi dovevate impiegare, consisteva nel non empiere intieramente il Pallone; mezzo semplice e sufficiente.

Volendosi al contrario empiere esattamente questi Palloni, potrebbesi aggiungervi un' animella elastica, per la quale esalasse necessariamente il gaz, quando l' elaterio di questo venisse a superar l' elaterio di essa animella; ma converrebbe in tal caso, che questa resistenza fosse minore di quella della stoffa, di cui i Palloni fossero composti. E' evidente che per questo modo il gaz rinchiuso nel Pallone non potrebbe squarciarlo, poichè troverebbe una minore resistenza nella elasticità dell' animella, che non ne proverebbe per parte della

Digitalizzato da Google

la stoffa; e succederebbe allora, che quando fosse uscita dal Pallone una gran parte del gaz, perchè quella che vi restasse, non fosse superiore a quella dell' aria all' intorno, non essendo più l' elaterio dell' animella spinto fuori da una forza maggiore di quella dell' aria esterna, si ristabilirebbe da se e chiuderebbe l' animella; e quindi la forza espansiva del gaz sarebbe sempre appresso a poco in equilibrio con la forza dell' aria a qualunque altezza i Palloni fossero trasportati.

Empiendosi esattamente questi Palloni, quando anche con più sicurezza si volesse impedire che venissero stracciati dall' espansione del gaz inchiusovi, e prevenirne ogni consumo, ecco un altro mezzo corrispondente a queste viste. Attaccando al di sotto del Pallone pieno di gaz, e che si vuole abbandonare, un Pallone di capacità all' incirca uguale e ben vuoto d' aria atmosferica, con una comunicazione libera tra i due Palloni mediante una chiave aperta, sarà evidente, che da che la elasticità del gaz contenuto nel Pallone superiore sarà più forte di quella dell' aria esteriore, il gaz passerà tranquillamente

Digitalizzato da Google

nel Pallone inferiore, e risalirà per la sua leggierezza nel Pallone superiore, tosto che l'aria all' intorno acquisterà maggior forza di compressione; di modo che la forza dell' elaterio del gaz, e quella dell' aria esteriore sarà sempre in perfetto equilibrio, nè il Pallone potrà più incorrere pericolo per parte del gaz inchiusovi.

Per altro come il mio fine principale è di provare la navigazione possibile nell' aria, e poichè i Palloni, con i quali si navigasse, non salirebbero con un moto tanto rapido, quanto quello del Campo di Marte, e non potrebbero per conseguenza arrischiarsi che ad altezze sì grandi, che incomodassero, o almeno intimorissero la immaginazione de' primi navigatori, è inutile dirne di più sopra questo articolo: e sarà più conveniente trattare delle precauzioni salutari per difendere gli uomini, che volessero avventurarsi a navigare in questo nuovo elemento, da tutti i pericoli, a' quali questo tentativo potrebbe esporli.

Intanto osservando che la Macchina di Versaglies ed il Pallone del Campo di Marte ambi si sono stracciati nella parte superiore, e riflettendo che la parte superiore

Digitalizzato da Google

riore delle grandi Macchine aerostatiche è la più tormentata e più esposta alla elasticità del gaz, che tende all' alto, parrebbe prudenza rinforzare le parti superiori, ed applicarsi specialmente a conoscere quali sieno le qualità desiderabili nelle materie da impiegarsi nella costruzione di questi Globi.

E' cosa essenziale, per assicurare il successo de' viaggi nell' aria, che le stoffe o le materie, delle quali saranno composte le Macchine aerostatiche, sieno forti abbastanza per resistere allo sforzo de' pesi, di cui sono caricate; e benchè sia vantaggiosa la loro leggierezza, è più importante la loro solidità; e però gli artefici di tali Macchine devono applicare alle stoffe più forti, più maneggevoli, più leggiere, più fissamente tessute: ma a qualunque grado di perfezione venga portato questo lavoro, sembra molto difficile, che si possano formare stoffe di una tessitura sì fissa, che riescano impenetrabili o all' aria atmosferica o ai gaz sì sottili, di cui possono queste Macchine essere empiute, specialmente quando le stoffe fossero tese e tirate dai pesi ad esse attaccati. E' dunque verisimile che le stof-

Digitalizzato da Google

fe, qualunque sieno, avranno bisogno d' essere dipinte per essere impiegate ne' Palloni aerostatici; e a tal riguardo l' arte delle vernici acquista un grado nuovo d' importanza.

Le vernici adattate alle Macchine aerostatiche, devono essere le più solide, le più leggiere, le più maneggevoli e le più resistenti o all' acido dell' aria o ai diversi gaz, di cui possono esser empiute. Ve n' ha d' eccellenti, e che hanno tutte queste qualità in sommo grado: le vernici di gomma elastica copal, e di succino sono quasi ugualmente buone; e i progressi rapidi, che le arti fanno sotto a' nostri occhi, non ci lasciano dubitare, che tutti gli oggetti, ch' entrano nella composizione delle Macchine aerostatiche, non arrivino al grado di perfezione desiderabile. Ma rendendo giustizia alla industria umana, confesso però che sono inclinato a pensare, che v' ha un punto inarrivabile all' arte, e che le membrane e le pelli degli animali avranno relativamente alla forza e impenetrabilità sempre un vantaggio superiore a tutte le stoffe, che si potessero inventare.

Non

Digitalizzato da Google

Non si può credere che possa inventarsi una stoffa fina al par della pellicola intestinale del bue, di cui si fabbricano i piccoli Palloni, che si vendono al presente in Parigi, e che sono tanto impermeabili all'aria atmosferica, quanto all'aria infiammabile. Le vesciche degli animali per custodire dell'aria sono di un uso più sicuro di tutte le stoffe che si possano fabbricare.

Le antiche favole, che rappresentano i venti come chiusi in otri, l'uso costante di formare i palloni da giuoco, e quello di costruire i mantici d'ogni grandezza, provano che da un tempo immemorabile la esperienza ha insegnato che di tutte le sostanze, che hanno qualche pieghevolezza, la pelle degli animali è la più atta a conservare l'aria introdottavi.

Ciò che s'è detto della impermeabilità de' cuoj in confronto di quella delle stoffe, può con uguale ragione dirsi della loro forza. Non si conosce stoffa alcuna, che, a fissezza uguale, sia capace della resistenza d'un cuojo ben lavorato; e può osservarsi, che volendo i mercanti vantare la forza d'una stoffa la paragonano a quella del cuojo per esagerazione.

Digitalizzato da Google

Per tutte queste ragioni credo, che principalmente su' cuoj di differenti animali dovrebbe esercitarsi la industria per portare le Macchine aerostatiche alla perfezione, di cui sono capaci; e come a fronte di tutte le buone qualità, che abbiamo riconosciuto nel cuojo, esso ha il difetto d' esser pesante, dovrebbe perciò rivolgersi il nostro studio a superare questa imperfezione; e può predirsi, che la nazione, che troverà il modo di rendere i cuoj più pieghevoli e più leggieri, conservando la loro forza, sarà quella, che trarrà maggior profitto dalle Macchine aerostatiche.

Non voglio finir questo articolo senza render conto d' un' idea ingegnosa di D. Gauthey, che può essere di qualche utilità, e che quì cade molto in acconcio.

Potrebbe forse accadere, che si trovasse un giorno qualche materia solida e senza pieghevolezza, che fosse preferibile al cuojo stesso per la costruzione delle Macchine aerostatiche; e ognun si avvede che sarebbe allora impossibile di torcerla o di comprimerla per farne uscire l' aria comune, che contenessero, prima di empierle del gaz, con cui si volesse animarle. Allora Don

Gau-

Digitalizzato da Google

Gauthey propone d' introdurre nel Pallone inflessibile un altro Pallone di mole uguale, e d' una stoffa sottilissima e pieghevolissima, come sarebbe il taffettà gommato, ben torto e per conseguenza pieno d' aria. Egli vuole poi, che dopo aver fatto un picciolo buco al Pallone esteriore, o avervi posto un picciolo galletto, che si lascierà aperto per lasciarne scappare l' aria, si leghino fortemente i due Palloni ad esso, pel quale s' introdurrà il gaz nel Pallone interiore e flessibile. In questo modo il gaz empiendo e gonfiando questo secondo Pallone, obbligherà tutta l' aria contenuta nell' altro a fuggire pel foro fatto a tal fine: il Pallone interiore essendo di un volume uguale al primo, questo si troverà pieno di gaz e privo affatto di aria atmosferica, ed otturando allora il picciolo foro, o chiudendo il picciol galletto, si avrà un Pallone solido, esattamente pieno di gaz, e privo dell' aria comune, che conteneva.

Così dopo aver procurato d' indicare la maniera di costruire delle Macchine aerostatiche solide, ed aver provveduto, per quanto è a noi possibile, alla sicurezza degli uomini, che ne usassero, ci occupere-

mo

Digitalizzato da Google

mo intorno ai mezzi, che ci pajono più idonei alla direzione di queste Macchine, dopo però aver detto qualche cosa dei differenti gaz, che possono mettersi in uso per dare loro attività.

Lo studio de' gaz è ancor nuovo, e per conseguenza le cognizioni nostre intorno ad essi non sono ancora molto estese. Si conoscevano alcuni gaz alcalini più leggieri dell' aria, e pare che il Montgolfier impieghi qualche materia alcalina per formare il suo. Questo gaz per la modicità del suo prezzo e per la facilità, come per la prontezza, colla quale è prodotto, ha sotto questo rapporto de' vantaggi infiniti su tutti gli altri, e l'esperienza di Versaglies ne diede una evidente prova. Era cosa veramente ammirabile, e che sembrava prodigiosa, il vedere una tela, che serviva di tappeto ad un palco, gonfiarsi a gradi da una causa invisibile, e presentare in sette minuti a cencinquanta mille spettatori una specie di Globo di forma e grandezza maestosa, che si alzò da se all' altezza di 300 pertiche con tranquillità; e quando s' intese, che la causa d' un fenomeno sì imponente era la combustione di

Digitalizzato da Google

50 libbre di paglia e di 5 libbre di polvere di lana, la sorpresa divenne maggiore.

Per quanto ammirabili sieno gli effetti di questo gaz, siccome non è per anche ben conosciuto, ed ignorasi fino a qual segno possa essere irreduttibile, m' asterrò di parlarne, e lascierò al tempo ed all' esperienza il giudicare del suo merito.

I migliori gaz da impiegarsi nelle Macchine aerostatiche saranno sempre i più leggieri, i più irreduttibili, i più inalterabili, i più facili e i più pronti a farsi, e del prezzo il più basso. La chimica stà occupandosi nella ricerca di tai gaz, sottomettendo per riuscirvi tutte le sostanze della natura, sole e combinate, a tutti i gradi di fuoco e a tutti i processi, di cui potrà la medesima valersi; e se la natura ne ricusa di più perfetti di quelli, che noti ci sono, si può sperare, ch' ella riuscirà a rendere più facile in grande la manipolazione dei già ritrovati.

L' aria infiammabile da voi indicata per empiere il pallone del campo di Marte, è di tutti i gaz conosciuti il più leggiero; non è reduttibile che per mezzo della infiammazione, ed è inalterabile a segno

Digitalizzato da Google

gno, che fu conservato per anni intieri in vasi di vetro senza aver deteriorato. Ma questo gaz è troppo costoso, e la sua manipolazione è molto difficile in grande. Intorno ad essa pare che siasi fatto qualche progresso, e il modo, onde fu fatta da voi ultimamente un' esperienza, rende l' introduzione di quest' aria più facile e meno pericolosa pel Pallone.

Può sperarsi ancora, che una sostanza sì comune, che la natura e le arti ci offrono a gara, diverrà in breve vendibile a prezzo vile. Si sa che la fermentazione putrida ne produce molta, che le acque morte e le paludi ne somministrano in abbondanza, e che nelle manifatture di vitriouolo marziale si lascia svaporare tutta quella, che vi si forma: pare dunque impossibile che questo gaz non diminuisca di prezzo, quando si cercherà ne' magazzini immensi, che la natura ce ne presenta; e quando nelle officine, dove giornalmente se ne perdono quantità considerabili, si penserà a conservarlo. E' presumibile ancora, se l' aria infiammabile è il gaz, che si preferisca per empiere le Macchine aereostatiche, che allorchè l' uso di queste sarà re-

Digitalizzato da Google

reso comune, vi saranno mercanti, che ne faranno commercio, e ne formeranno de' magazzini; dimodochè non sarà più di necessità il manipolarlo da noi medesimi; e quest'aria essendo presso i mercanti conservata in otri, si potrà empirne le Macchine aereostatiche, per quanto grandi sieno, senza la menoma difficoltà.

Non so per verità, se l'aria infiammabile delle paludi sia della medesima leggierezza di quella, ch'è prodotta dalla dissoluzione del ferro collo spirito di vitriuolo. Dicesi che quella tratta dalla zelamina sia ancora più leggiera; ma siccome quella, ch'è prodotta dalla dissoluzione del ferro, è più nota e più provata delle altre due, avverto che di quest'aria supporrò piena la Macchina aereostatica, che mi accingo a dirigere.

Sarebbe desiderabile che si potesse fare a meno di tutti questi gaz, e che fosse possibile di fare, di metallo qualunque, de' Globi, che senza essere di grandezza smisurata, ed essendo solidi a sufficienza per sopportare un vuoto interiore assoluto, fossero bastevolmente leggieri per pesare meno del volume d'aria trattone col mez-

zo

zo della Macchina pneumatica. Tali Macchine sarebbero certamente più solide e più impermeabili di qualunque far si potesse della stoffa migliore e del miglior cuojo, e sarebbero più facili ad essere dirette verticalmente delle piene del gaz migliore; poichè per farle più o meno salire o discendere, basterebbe lasciarvi entrare o uscire più o meno aria. Ma in ogni arte v'è quel punto di perfezione, al quale si va avvicinandosi senza potervi arrivare; e ciò che quì propongo, è forse il punto di perfezione, al quale i fabbricatori delle Macchine aereostatiche non arriveranno mai. Applichiamoci dunque a condurre Macchine aereostatiche piene d' aria infiammabile, perfette quanto possono construirsi, o quanto può almeno ragionevolmente sperarsi.

Avverto inoltre, che se suppongo le mie Macchine piene d'aria infiammabile, non è che io pretenda darle la preferenza sopra il gaz de' Sigg. di Montgolfier, ma sol perchè meglio la conosco. Per altro tutto ciò che dirò delle Macchine piene d' aria infiammabile potrà, posti i cambiamenti necessarii, applicarsi a quelle, che fos-

Digitalizzato da Google

fossero animate dal gaz de' Sigg. di Montgolfier.

Scusate, Signore, se entro in tante minute osservazioni in una lettera indirizzatavi; so quanto vi sono familiari queste materie, ed in tutto ciò che v' ha rapporto, mi sarei gloriato di prendere lezione da voi: ma come vi prefiggeste di rendere pubblica questa lettera in sequela della storia sommaria di tale scoperta, ho creduto, che per provare la verità del pensiero dell' Esergo, che vi compiaceste di adottare, nulla doveva ommettersi di ciò, che poteva mostrare che la navigazione, di cui trattasi, era non solamente praticabile, ma che potevasi sperare che non fosse nè difficilissima, nè pericolosissima; ed ho pensato che molte persone, alle quali queste materie sono affatto nuove, mi scuserebbero d' essere entrato, parlandone, in più minuto esame di quello che avrei fatto favellando di materie prima trattate da altri, e per conseguenza più conosciute.

Prima di pensare a dirigere in ogni senso una Macchina aerostatica, bisogna parlare de' mezzi di farla pervenire all' altez-

Digitalizzato da Google

tezza, ove si desidera farla giungere, e metterla in perfetto equilibrio collo strato orizzontale d'aria, nel quale si vuol viaggiare. Indicherò poscia i mezzi, che credo atti a farla salire o discendere a piacere; poi io procurerò di farla muovere orizzontalmente in ogni senso, e sarà facile il comprendere, che riuscendo a imprimerle questi due moti, si potrà, combinandoli, dirigerla secondo tutti i piani possibili obliqui a quelli dell'orizzonte.

Supporrò dunque che la Macchina aereostatica, sulla quale voglio imbarcarmi, sia grandissima, e capace d'alzare pesi considerabili; che sia solidissima, e che nulla perda, o non perda che infinitesime parti dell'aria infiammabile inchiusavi. Pianterò due galletti con sue chiavi, uno in alto, l'altro abbasso, e la supporrò guarnita di alcune scale di corda, medianti le quali due uomini possano salire sino al galletto superiore. Questo essendo chiuso, empirò la Macchina pel galletto inferiore in una proporzione convenevole; e prevedendo di dover salire moltissimo, attaccherò di sotto un altro Globo più picciolo, col quale lascierò alla

mia

Digitalizzato da Google

mia Macchina una comunicazione libera per evitare un accidente simile all' accaduto al Pallone del Campo di Marte.

Essendo questa Macchina piena a mio piacere, la caricherò d' un peso un poco maggiore di quello che può alzare. Questo peso consisterà in un battello d' una costruzione leggierissima, sul quale imbarcherò gli uomini, che vorranno navigare con me, e quanto farà bisogno pel nostro viaggio. Il fondo di questo battello sarà esteriormente rotondo, come internamente, rappresentando una botte della lunghezza del battello; e benchè il resto del battello debba essere costruito leggerissimamente, il fondo, o quella specie di botte accennata, dev' essere fatto colla maggiore esattezza, e solido a segno di sopportare che vi si faccia, secondo il bisogno, o un voto interiore assoluto, o che vi si condensi l' aria sino a farla pesare il doppio almeno dell' atmosferica.

Lascierò il fondo del mio battello pieno d' aria ordinaria; imbarcherò alcune botti solide al pari del fondo del mio battello, che siano esattamente prive d' aria, ed alcune altre piene di aria infiammabi-

Digitalizzato da Google

le; prenderò pur meco alquante boccette di olio di vitriuolo, e compirò il resto del mio carico con una quantità di limatura di ferro sovrabbondante per saturare l' olio di vitriuolo imbarcato.

Preparate così le cose penserò a partire; ma osserverò di non farlo, se il barometro non sarà al termine medio delle sue variazioni, cioè a dita 28 all' incirca.

Principierò a gettare una parte della limatura di ferro superflua imbarcata, finchè io abbia perduto terra; e continuando poi a gettarne a poco a poco, mi alzerò insensibilmente, finchè sarò in equilibrio collo strato d' aria, al quale voglio fissarmi; e si osserverà che salgo senza veruno scotimento e rischio, e che arrivo all' altezza ideata colla precisione, che un grano di limatura di ferro gettato di più o di meno può procurare.

Giunto a questa altezza, non avrò in un viaggio ordinario e in un tempo tranquillo alcuna ragione di bramar di salire o discendere. L' aria essendo al suo termine medio di peso, quando mi sono staccato dalla terra, per quanti cambiamenti il barometro possa poi indicare in questo peso,

Digitalizzato da Google

sò, gli strati d' aria, coi quali questi cambiamenti mi porranno in equilibrio, non potranno essere molto lontani da quello, dove mi sarò dapprincipio collocato; e deve essermi indifferente di navigare qualche pertica più alto o più basso dell' altezza, alla quale sarò salito principiando il mio viaggio.

Riserverò dunque i mezzi di alzarmi o di abbassarmi per qualche occasione importante, e due possono presentarsene di questo genere.

Primieramente posso essere incomodato dal vento nell' altezza, in cui mi trovo, e desiderare per conseguenza di cambiare. Mi riservo di parlare del partito da prendersi in questa circostanza, quando indicherò i mezzi da impiegarsi per dirigere orizzontalmente le Macchine.

Secondariamente posso essere obbligato a passare sopra qualche alta montagna; e questa è la cosa più difficile in tale navigazione. In fatti le montagne in questa navigazione sono lo stesso che i Capi nella navigazione ordinaria; e si sa quanto alcuni furono anticamente e quanto altri sono al presente ancora difficili a doppiare.

Digitalizzato da Google

Se prevedessi di non avere nel mio viaggio che una sola montagna da superare, potrei, partendo, meco portare qualche peso inutile, che getterei per passarvi al di sopra, come ho gettato la limatura di ferro, per arrivare all'altezza prefissami; ma come non potrebbe ripetersi questo mezzo, se avessi molti simili ostacoli da sormontare, e poichè si può per altre ragioni aver bisogno di salire e discendere nel corso d' un viaggio, è meglio cercar modi di alzarsi e di abbassarsi, de' quali si possa far uso nelle occorrenze.

Parmi che non possano trovarsi se non due modi fisici per far ascendere o discendere a piacere le Macchine aerostatiche; credo però che si possa far uso anche d' un terzo modo meccanico, capace di aumentare l' effetto degli altri due, e parlerò di questo ultimo modo, quando si tratterà di dirigere orizzontalmente queste Macchine.

I due mezzi fisici, che possono farle salire o discendere, s' incontrano nei due soli fluidi, de' quali si possa disporre da chi vi è trasportato; cioè l' aria, in cui si na-

Digitalizzato da Google

naviga, ed il fluido, che anima la Macchina, che trasporta.

Per salire fa d'uopo o diminuire il peso di ciò che vuolsi innalzare o aumentare la forza innalzante della Macchina; e dev' essere talvolta necessario impiegare insieme amendue essi modi, quando altri voglia elevarsi ad un' altezza molto maggiore di quella, in cui si trova.

Se ho bisogno d'alzarmi, principierò a cavare con la tromba l'aria, di cui è pieno il fondo del mio battello, e così sottrarrò il peso di esso da quello dell'aria estratta. Se questa operazione non basta per alzarmi a mio piacere, leverò tutta o parte dell' aria infiammabile imbarcata nelle botti, e l' introdurrò nella Macchina pel galletto inferiore; e le mie botti trovandosi assolutamente vuote, avrò per la introduzione di quest'aria aumentata la leggerezza relativa della Macchina, e diminuito anche nel peso del mio battello quello dell' aria infiammabile, ch'era nelle mie botti. Questo modo bastar potrebbe solo ad elevarmi alla maggiore altezza, poichè stà in mio potere imbarcar meco quanta aria infiammabile mi può essere necessaria; ed

Digitalizzato da Google

acciocchè occupi minore spazio, posso pure condensarla in alcuna delle mie botti. Se ciò non ostante la quantità d'aria infiammabile imbarcata non bastasse per tanta elevatezza, allora collo spirito di vitriuolo e colla limatura di ferro, che ho nel mio battello, farò dell'aria infiammabile, e la introdurrò similmente nella mia Macchina; e se restasse qualche piccola altezza da superare, getterei a terra il residuo della dissoluzione della limatura coll'acido, che mi divenisse inutile; e sollevando il mio battello anche di questo peso, ed aggiungendo la forza meccanica, di cui mi resta a parlare, converrebbe che l'altezza, alla quale voglio salire, fosse a una distanza verticale immensa da quella, di cui parlo, per non potervi arrivare.

Tutti gli effetti di questi diversi modi sono calcolabili secondo le differenti supposizioni, che vorranno farsi; ma parmi che la unione di essi debba portare una Macchina aerostatica alla maggior altezza, che possa occorrere di farla ascendere, specialmente riflettendosi, che chi prevede dover arrivare assai alto, si stabilirà ad un'altezza tale, che non gli riesca poi impossi-

Digitalizzato da Google

sibile di giungere a quella, a cui vuole arrivare.

Dopo essermi alzato tant'alto, ed aver superato un passo cotanto difficile, converrà discendere; e questo passaggio è più facile, ed è sicuro il discendere quanto si vuole più che salire all'altezza, che si desidera, se questa è estrema. Comincierò dunque per discendere a condensare l'aria nel fondo del mio battello. Si può più comodamente votar la Macchina, e riempier le botti col galletto inferiore, mediante una tromba aspirante e follante; e il galletto superiore non deve servire che per votare prontamente la Macchina, quando abbiasi premura di calarsi. Facendo poi rimettere come stavano le botti nel battello, a misura che si riempiranno di aria infiammabile, diminuirò in tal modo la leggerezza relativa della Macchina, e accrescerò il peso del battello con quello dell'aria infiammabile introdotta nelle botti. Se questa operazione non basta, potrò condensare la mia aria infiammabile in molte botti, perchè ne restino alcune di vuote, nelle quali dopo aver lasciato entrare l'aria atmosferi-

Digitalizzato da Google

ca, potrò condensarvela per aumentare ancora il peso del battello e farlo discendere a mio piacere.

Avrò dunque conservata tutta la mia aria infiammabile, e potrò alzarmi di nuovo all'altezza di prima, e se ho perduto per discendere il peso della limatura di ferro e dello spirito di vitriuolo, che aveva io imbarcato, vedesi che vi ho supplito coll'aria condensata, che ho fatto entrar nelle botti, per innanzi assolutamente vuote.

Intanto se m'accorgessi che la mia Macchina avesse lasciato scappare parte del gaz che conteneva, e temessi per tale ragione che l'acido e la limatura per le perdite fatte fossero per mancarmi, allora aprendo, a poco a poco il galletto superiore della Macchina, lascio scappare tanto gaz, quanto basti per farla discendere tranquillamente: posto allora piede in terra, vado a provedermi di ciò che credo essermi bisognevole per continuare il mio viaggio.

Vedesi dunque esser cosa facilissima il far salire e discendere le Macchine aerostatiche, quando le altezze, alle quali vuolsi

Digitalizzato da Google

si farle ascendere, non sono infinitamente fra se distanti, ed è anzi possibile di far che percorrano salendo e scendendo una linea verticale grande abbastanza, onde provvedere a tutti i bisogni di questa specie di navigazione. Vediamo ora se sarà più difficile dirigerle orizzontalmente, e terminiamo ciò che a dir ci rimane per giustificare il nostro Esergo.

Posto il principio, che ogni corpo in equilibrio col fluido, nel quale è sospeso, non ha veruna gravità, devesi conoscere che la menoma forza basta per muoverlo in questo fluido nel senso orizzontale, secondo il quale ella agisce, particolarmente se questo fluido ha poca densità e tenacità. La mia Macchina aerostatica essendo sempre in equilibrio collo strato d'aria, nel quale s'è posta, basterà per conseguenza una forza infinitamente piccola per muoverla, e per dirigere il suo moto in ogni senso, che si vorrà nel piano orizzontale di questo strato.

Aggiungerò dunque al mio battello dei remi larghi e leggieri, fatti, se si vuole, con larghe bande di forte pergamena, e disposti a proporzione del numero degli uo-

Digitalizzato da Google

uomini, di cui potrò impiegare le forze. Con questi remi guido orizzontalmente il battello in un tempo tranquillo, e credo poter pervenirvi con questo mezzo. Quando riflettasi al volo degli uccelli, bisogna pensare che l' aria ha un elaterio, che reagisce con forza estrema, quando è tesa e compressa da un moto alquanto violento. Senza ciò non potrebbe concepirsi, come gli uccelli battendola colle loro ali, potessero non solamente dirigere, ma di più sostenere e alzare in questo fluido un corpo mille volte più di essa pesante: ora se il moto, che imprimono all'aria le ali degli uccelli, è capace di produrre questo prodigioso effetto, non può dubitarsi che il moto de' nostri remi non potesse dirigere un corpo, di cui il peso è un nulla, e che non oppone alcuna resistenza al moto orizzontale, che gli s' imprime.

La natura c' indica ella stessa qual sia la grande resistenza tra la forza da impiegarsi per far muovere in un fluido un corpo molto più pesante di lui, e quella che basta per farvi muovere un corpo, di cui il peso si avvicina a quello del fluido, in cui nuota; e la differente struttura de-

degli animali, che sono in questi rapporti differenti di peso col fluido, in cui si muovono, n'è, s'è lecito il dirlo, una *dimostrazione naturale*.

Gli uccelli sono, come s'è detto, intorno a mille volte più pesanti dell'aria, ed il peso de' pesci è quasi uguale a quello dell' acqua; la natura in conseguenza ha dato agli uccelli un piccolissimo corpo e grandissime ali, mentre ha formato i pesci con corpi grossissimi e picciole pinne: quindi i naturalisti hanno attribuito una forza prodigiosa ai muscoli delle ali degli uccelli, mentre così non dicono di di quelle de' pesci.

Queste pinne, benchè piccole bastano per far muovere i pesci, non solamente in tutte le direzioni orizzontali; ma pare essere cosa certa che bastano ancora a farli ascendere e discendere nell' acqua con somma prestezza; e benchè i pesci, quando non sono agitati da veruna passione, possano forse salire o discendere lentamente nell' acqua per la compressione o dilatazione soltanto delle loro vesciche, conviene osservare la maniera, colla quale salgono o discendono in certe occasioni, per as-

Digitalizzato da Google

assicurarsi, che questi moti non nascono pel maggior volume o minore, che danno al loro corpo, e che sono all' incontro l' effetto dell' azione sola delle loro pinne ajutata da quella della loro coda.

Se il moto de' pesci salendo o discendendo dipendesse dal volume, che si suppone darsi dalla loro vescica, questo moto seguirebbe le leggi, alle quali sono soggetti tutti quelli, che sono l' effetto della gravità. Sarebbe lentissimo nel primo istante, e aumenterebbe di prestezza a misura che fosse continuato; ma si veggono al contrario in un' acqua chiara i pesci slanciarsi e partire velocemente dal fondo dell' acqua per venire alla superficie a cercare il pane, che vi si getta, come veggonsi precipitarsi al fondo, quando qualche oggetto gli spaventa alla superficie.

Sembra dunque costante, che indipendentemente dalla compressione e dalla dilatazione delle loro vesciche, i pesci salgono e scendono nell' acqua per la sola azione delle loro alette; e l' aria, nella quale è sospesa la nostra Macchina, avendo assai minore densità e tenacità dell' acqua, in cui nuotano i pesci, è certo che i remi del nostro battel-

Digitalizzato da Google

tello sono bastanti per eseguire non solamente tutti i moti orizzontali, ma ancora per farlo salire e scendere in certa quantità, e secondo la forza e la direzione, che si darà al loro moto. E tal è il meccanismo, di cui abbiamo parlato, e che abbiamo detto dover ajutare i due modi fisici, che abbiamo precedentemente impiegati per far salire e discendere il nostro battello.

Dopo avere così proposto i mezzi per dirigere verticalmente e orizzontalmente le Macchine aerostatiche, e per farle correre tutti i piani possibili, obbliqui all' orizzonte, parrebbe eseguito il mio disegno, e bastantemente giustificato l' Esergo, che m' ha impegnato in questa discussione; ma non mi scordo di aver fatto astrazione dal vento, il quale non posso negare, che può aver gran parte in questa navigazione. Ora passerò ad esaminare quali ostacoli può esso opporre, in quai pericoli può far incorrere, e quai soccorsi può dare.

S' è facile dirigere le Macchine con un tempo totalmente tranquillo, pare dover essere molto difficile il reggerle, quando l' aria è agi-

Digitalizzato da Google

è agitata. Il volume delle Macchine atte ad alzar pesi considerabili dev' essere immenso. Il vento deve sopra di esse esercitare un impero proporzionato a questa immensità, ed i pesi che possono alzare, per quanto grandi suppongansi, sembrano offrire resistenze molto deboli ad una potenza, che sembra tanto irresistibile.

In ciò non parmi effettivamente consistere la grande difficoltà di questa specie di navigazione, nè mi lusingo poter toglierla affatto, mentre a lunghe meditazioni ed a più lunga esperienza è questo merito riservato. In tutte le opere della industria umana, come in quelle della natura, v' ha un grado di maturità, a cui il tempo solo può condurre, ed è impossibile che un' arte appena abbozzata sia capace ne' suoi principii di superare tutti gli ostacoli, che sembra opporre ad essa la natura.

Quando si riflette all' antichità della navigazione marittima e quanto lenti furono i suoi progressi, e quando si considera quanto frequenti siano i naufragii sulle coste, e pur troppo comuni in alto mare, si conosce che quest' arte ha bisogno

an-

Digitalizzato da Google

ancora di essere perfezionata, e che senza dubbio non può esigersi che la navigazione aerea ne' suoi principii possa giungere a quella perfezione, da cui la marittima è ancora lontana.

Vediamo ora come possa spianarsi la difficoltà propostami, come, non potendo risolverla, si possa almeno in molti casi eluderla, e procuriamo di mostrare essere verisimile che ciò, che sul principio presenta un apparente ostacolo insuperabile, in questa navigazione debba un giorno, coi soccorsi uniti della natura e dell' arte, contribuire al suo successo ed alla sua sicurezza.

Il potere del vento deve certamente essere sommo sopra le Macchine aerostatiche; nè conviene sperare, che si possa col soccorso di remi sormontare la forza d' un vento assolutamente contrario e violento. Conviene dunque imitare i naviganti, che non partono in tali circostanze ed aspettare, com' essi fanno, che cangi il vento o sia abbonacciato.

Se il vento, senza essere totalmente favorevole, non è assolutamente contrario, ed è nel medesimo tempo moderato, allora convien pure imitare il contegno,

che

Digitalizzato da Google

che s' impiega sul mare, e se non si può direttamente tendere al suo fine, e d' uopo bordeggiare; ed è verisimile, che servendosi bene de' remi, si potrà, benchè con una navigazione più lunga, arrivare al termine propostosi.

Sembra naturale il seguire passo passo l' esempio degli uomini, che primi si arrischiarono di navigare sul mare; e ne' principii sarebbe imprudenza il non allontanarsi, com' essi facevano, meno che si possa da terra, l' intraprendere lunghi viaggi, e il partire, se il vento non è favorevole.

Se il vento cangiasse nel corso della navigazione, o il tempo divenisse burrascoso, dovrebbesi sbarcare, come praticavano i primi naviganti, e non rimbarcarsi che col buon tempo e col vento propizio.

Con tali precauzioni si correrebbero pochi rischi, si studierebbe di continuo l' elemento, nel quale si naviga, i pericoli, ai quali espone, e gli ajuti che può offrire, e si potrebbe a poco a poco arrischiarsi di più.

Quando poi una più lunga esperienza aves-

Digitalizzato da Google

avesse date nozioni più sicure e più estese, e quando si avesse presa familiarità con ciò, che al primo aspetto questa navigazione ha di più spaventevole per l'immaginazione, allora l'audacia succederebbe alla timidità, e potrebbonsi intraprendere cose tanto grandi nel loro genere, quanto quelle che i marinaj eseguiscono in presente, e per condurle a fine avrebbonsi que' mezzi, che mancano ai nostri più bravi piloti.

Conviene osservare, che quando si naviga sul mare, è forza servirsi del vento, che regna nella sua superficie, mentre quelli che navigassero nell'aria, potrebbero scegliere nella sua profondità i venti, che potessero loro essere convenienti, o gli strati dell'aria non agitati.

I venti sono nell'aria come le correnti nel mare, ed è certo che in questo esistono correnti diverse a diverse profondità. Se ne hanno molti esempi, e tra gli altri, nello stretto di Gibilterra due assolutamente contrarii disposti un sopra l'altro, e l'esistenza de' quali è comprovata da mezzi ingegnosissimi.

E' pure cosa certa che la medesima differenza tra le correnti a profondità di-

Digitalizzato da Google

verse esiste nell'aria, ed è impossibile che così non sia, attesochè in ogni fluido, che di sua natura tende al livello, ed a porsi in equilibrio con se stesso, conviene che le correnti affluenti vengano perpetuamente a prender il luogo del fluido trasportato da un'altra corrente.

Per altro tutti i fisici, che hanno scritto sopra i venti, sono in ciò d'accordo. Tutti studiano d'indovinare quai sono i venti, che regnano più costanti a differenti altezze in differenti regioni della terra, ed ognuno sforzasi di appoggiare la sua opinione sopra ragioni più o meno plausibili.

Si hanno d'altronde tutto giorno sott'occhio esempi di questo fenomeno. E' cosa comune il vedere nuvole elevate a differenti altezze, andar per vie differenti. Si veggiono spesso delle girandole indicare una corrente nell'aria, e la direzione delle nuvole indicarne un'altra, e basta applicare a ciò che succede in un giardino, quando si abbruciano le foglie, per osservare nel medesimo tempo tre venti differenti in altezze differenti, indicate dalle direzioni diverse del fumo delle foglie, delle girandole e delle nuvole.

Die-

Digitalizzato da Google

Dietro queste riflessioni e questi esempi non si può dubitare, che salendo a differenti altezze non si trovassero venti favorevoli ed atti a far pervenire al termine propostosi; e siccome si hanno modi certi e sicuri di salire e discendere a piacere, la forza del vento, e la potenza, ch' esercita sopra le Macchine aerostatiche, non ch' essere sempre un ostacolo, sembra piuttosto dover divenire un giorno un soccorso sicuro nella navigazione, di cui si tratta.

Se intanto talvolta accadesse, che nelle varie altezze, alle quali giungessero, non si trovasse un vento bastevolmente favorevole per lasciarsi guidare, e seguire precisamente la sua direzione, oltrechè si potrebbe, come abbiamo detto di sopra, bordeggiare col mezzo de' remi ed arrivare, benchè più lentamente al termine, esiste ancora un espediente del pari sicuro e più comodo che ora sono per indicare.

Tra due correnti d' un fluido, l' una superiore, l' altra inferiore, con direzioni differenti, si trova sempre uno strato più o meno largo di questo fluido, che non partecipa dell' una di queste direzioni o dell'

Digitalizzato da Google

altra, e ch' è assolutamente tranquillo. Questa è una legge dalla esperienza dimostrata costantemente nel mare tra le correnti inferiori e superiori riconosciutevi, verificabili ancora con maggiore facilità fra le correnti superiori e inferiori dell' aria, se si avesse avuto interesse per assicurarsene.

Mi sovviene che in una eccellente Memoria relativa alla elettricità, che lesse il Dottore Franklin nella riapertura dell' Accademia delle Scienze, quell' uomo celebre per tanti titoli, indicò una esperienza da lui fatta, e che ha un rapporto immediato all' oggetto, di cui si tratta.

Vi parlava egli, per quanto mi ricorda, di due camere, in una delle quali l' aria era più riscaldata che nell' altra, e tra le quali si aprì una porta di comunicazione; si collocarono nell' apertura di questa porta tre candele accese, una in alto, un' altra abbasso, e la terza al mezzo dell' altezza dell' apertura. Si videro subito due correnti d' aria, l' una superiore, l' altra inferiore, con direzioni opposte. L' aria della camera più riscaldata passava per l' alto nella camera più fredda e

sca-

Digitalizzato da Google

scacciava la fiamma della candela, più alta dalla parte della camera più fredda. L'aria della più fredda al contrario dal basso di detta apertura passava alla più calda e spingeva la fiamma della candela più bassa dalla più calda, mentre la candela, ch'era in mezzo dell' altezza dell' apertura, restò assolutamente tranquilla.

Ciò che passa in piccolo in questa graziosa esperienza deve necessariamente succedere in grande in ogni fluido, nel quale esistano due correnti, una superiore, inferiore l'altra con direzioni opposte, perchè lo strato superiore della corrente inferiore, facendo sforzo per ispingere lo strato inferiore della zona, che trovasi tra queste correnti nel senso della sua direzione, mentre lo strato inferiore della corrente superiore fa ogni sforzo per ispingere lo strato superiore della zona media in senso contrario, la quiete assoluta di questa zona dev' essere il risultato di queste due forze uguali ed opposte.

Esiste dunque sempre nell' aria, come in ogni fluido, una zona tranquilla tra due correnti opposte, delle quali una è superiore all' altra; ed appunto in questa

Digitalizzato da Google

zona tranquilla propongo di far agire i remi, e di seguitare la sua strada, se il vento superiore o inferiore non conducessero direttamente al luogo destinato.

Si presenta pure un modo di far uso del vento per dirigere le Macchine aerostatiche, che non esporrò che tremando, poichè la brama estrema, ch' ho che questa lettera abbia il vantaggio di uscire in pubblico con la vostra opera, mi priva del tempo necessario per esaminarlo.

Benchè sia molto difficile il concepire come si potessero adattar vele al Globo o al battello, che fossero leggiere a segno di non caricare troppo la Macchina, e di poter essere comodamente maneggiate, e che fossero insieme forti ed estese abbastanza per poter condurre una Macchina aerostatica, e sormontare il potere, che il vento dev' esercitare sopra di essa, l' arte forse non potrebbe ottenere di farne, che potessero almeno ajutare, o contrariare o modificare l' effetto, che il potere del vento sulla Macchina gli dà sopra il battello?

Comunque siasi della possibilità di quest' ultimo modo di far servire la forza del ven-

Digitalizzato da Google

vento alla direzione delle Macchine aerostatiche, risulta sempre dalle considerazioni precedenti, che quando l'esperienza ci avrà date nozioni più esatte e più estese sopra le differenti correnti dell'aria, ed avrà assicurata la immaginazione intorno i pericoli, che potranno spaventare i primi naviganti di questa specie, allora toccherà ad essi lo scegliere o di navigare in una zona affatto tranquilla col mezzo dei remi, o di cercare a diverse altezze un vento, che li conduca là dove tende il loro viaggio.

Questa navigazione, la cui sola idea agita la immaginazione, non è forse tanto pericolosa, quanto sembra a prima vista. In quanto a me sono persuaso, che con qualche prudenza la navigazione nell' aria sarebbe al più al più sì pericolosa, come quella sul mare. Vi sono mille pericoli, che si corrono in mare, di cui sarebbero esenti i naviganti dell'aria, e pochi sono quelli, che potrebbero correrſi nell' aria, che non abbiano luogo anche sopra il mare.

Nella navigazione aerea non sarebbero da temersi nè secche, nè scogli, o alme-

Digitalizzato da Google

no sarebbero più conosciuti, più facili a scoprirsi e meno pericolosi, poichè urtandosi di notte oscura nel pendìo di qualche alta montagna, la Macchina, che vi sostenesse all'altezza, dove aveste incontrata la montagna, non vi lascierebbe cadere ne' precipizii, che potessero incontrarvisi, e vi darebbe tempo d' innalzarvi sopra la stessa montagna.

Risulta dalle esperienze di Versaglies e del Campo di Marte, che col vento il più debole le Macchine aerostatiche correrebbero in un giorno uno spazio orizzontale di 156 leghe. Questa prestezza è almeno quadrupla di quella, che lo stesso vento darebbe ad un vascello in mare, e diminuendo il tempo de' viaggi, diminuirebbe pure la durata de' pericoli, ai quali potrebbero esporre.

Siccome questa navigazione sarebbe di poco uso per passare sopra grandi spazii occupati dal mare, si avrebbe più facilità di fare frequenti pause, e questa facilità può far evitare molti pericoli, ai quali è forza restar esposti sul mare, e procurare molte comodità, di cui restiamo privi nella navigazione marittima.

Se

Digitalizzato da Google

Se accade, che il fondo del battello si sconnetta, e lasci qualche passaggio all' aria, oltre il poter far uso delle trombe, come si pratica in mare, quando entra l' acqua nel vascello, si può pure cercare e correggere questo difetto comodamente, e nell' aria non si ha in quest' operazione quel disturbo, che soffrono sotto acqua quelli, che vi nuotano per chiudere l' ingresso all' acqua.

Finalmente se la Macchina stessa si lacera a segno di non poter essere racconciata navigando, il più grave accidente si è allora il cadere lentamente, come ha fatto la Macchina di Versaglies, ed il raziocinio serve a confermare, che una tale caduta non può essere violenta, nè per conseguenza pericolosa, perchè a proporzione del gaz che perde, la Macchina si pone in equilibrio collo strato d' aria più pesante, nel quale discende, e incominciando ad ogni istante una nuova caduta, non può mai questa essere accelerata; e tale è ancora in ciò il vantaggio immenso della navigazione aerea sulla marittima, che la caduta in fondo all' elemento, che ci sostiene, non porta che un in-

con-

Digitalizzato da Google

conveniente leggierissimo, mentre nella navigazione marittima un simile disastro porta seco una morte inevitabile (*).

La esperienza potrà un giorno confermare ciò che ardisco predire, e provare quanto poco considerabili saranno i pericoli di questa navigazione, quando vi saranno gli uomini sufficientemente instruti ed esercitati; penso però ciò non ostante, ch'è necessario usare le maggiori precauzioni ne' primi saggi che si tenteranno; e prima che uomini si abbandonino in simili Macchine, conviene essere sicuri con prove reiterate, che sono perfettamente in istato di dirigerle e soprattutto di farle discendere precisamente dove vogliono; altramenti le cadute, benchè lente, potrebbero essere pericolose, perchè per quanto dolcemente gli uomini cadessero, per esempio, sopra un Campanile, sopra il

(*) Si pretende che per 1100000 lire si potrebbe fare una Macchina aerostatica capace di alzare un peso tanto considerabile, quanto quello, di cui era caricata la nave *La Città di Parigi*. Se ciò è vero, una tal Macchina non costerebbe dunque più che non era costato quel bel vascello, e non potrebbe avere per certo una sorte più funesta.

Digitalizzato da Google

il tetto d'una casa, sopra un grand'arbore, o in un fiume, potrebbe temersi che si ferissero ed anche perissero. Sarà dunque essenziale nei primi tentativi di non abbandonare la Macchina se non attaccata ad una corda ben forte per fermarla e dirigerla, se si vedesse che gli uomini non la dominassero pienamente; dovendosi tener presente, che sorregger bisogna i fanciulli, prima di abbandonarli alle proprie loro forze, e che quest'arte è così vicina al suo principio, che deve considerarsi come essendo nella prima infanzia.

Ma in fine si dirà, quando questa navigazione potesse riuscire sino a un certo punto, qual ne sarà l'uso? Non si preferirà forse mai sempre di viaggiare per terra o per acqua, e non devonsi per questa ragione considerare le Macchine aerostatiche come un'inveuzione ingegnosa e dilettevole piuttosto che come una scoperta che possa esser veramente assai utile?

Rispondo, che penso in effetto che i trasporti per terra e per acqua avranno comunemente la preferenza sopra i trasporti per mezzo delle Macchine aerostatiche nell'uso ordinario della vita, per la ra-

Digitalizzato da Google

ragione che la via di terra sarà sempre generalmente la più sicura, e che l'acqua essendo per la sua gravità capace di sostenere gran pesi, senza bisogno d' impiegare Macchina alcuna, i trasporti pel suo mezzo saranno meno difficili; ma ad onta di ciò penso, che anche sotto questo rapporto la invenzione delle Macchine aerostatiche non può essere considerata come indifferente o inutile.

Non si può prevedere nel nascere d' una invenzione a quali usi potrà un giorno applicarsi (*), nè a qual grado di perfezione potrà arrivare; e questa si annunzia in modo troppo luminoso per non impiegare tutti gli amatori delle scienze a portare ogni loro sforzo, onde renderla perfetta.

Non può apprezzarsi ciò, di che sia capace la unione di talenti sublimi, nè per con-

(*) Quaranta anni sono, tutto ciò che noto era della elettricità, si riduceva a sapere, che fregando con fatica un tubo di vetro, diveniva capace di attraere corpi leggierissimi; chi avrebbe potuto prevedere, che potesse preservare dal fulmine e guarire dall' epilessia? e chi vorrà ancora indovinare tutte le altre applicazioni, che si potranno fare di questo agente invisibile sparso in tutta la natura?

Digitalizzato da Google

conseguenza assicurarsi che in un tempo più o meno lontano questa maniera di trasportare uomini e pesi non divenga sicura e facile a segno di meritare in qualche incontro la preferenza sopra gli stessi trasporti per terra.

Suppongo che si dovessero traversare deserti aridi, ne' quali si potesse temere la perdita delle bestie da soma, e per conseguenza di mancare d'acqua e dell'altre cose necessarie; oppure supponiamo, che ne' deserti da traversarsi si potesse temere di restar sepolti sotto monti di sabbia, trasportata dai venti; in questi due casi ed in altri simili è certo che il trasporto d'uomini e di pesi, col mezzo delle Macchine aerostatiche, purchè acquistato avesse un qualche grado di perfezione sa-rebbe da preferirsi a trasporti per terra tanto pericolosi.

Si comprende pure, che a misura che l'uso delle Macchine aerostatiche si perfezionasse, e secondo il grado di perfezione, a cui potesse ridursi, dovrebbe supplire ai trasporti per terra pericolosi e difficilissimi. Se in qualche viaggio straordinario fosse d'uopo passare per paesi, do-

Digitalizzato da Google

dove la peste facesse strage, o per contrade, i cui abitanti fossero selvaggi e intrattabili, un grado di perfezione di più nei trasporti per mezzo delle Macchine aerostatiche li farebbe ancor preferire; potrebbero anche un giorno perfezionarsi a segno che servissero di mezzo di comunicazione tra popoli vicini, che fossero separati da qualche catena di monti sì scoscesi, che li privassero mal grado la loro vicinanza d' ogni altra via di commerciare fra essi. Al fine parmi sì impossibile l' assegnare i confini dell' industria umana, e i diversi generi, come i differenti gradi di utilità, che trar si potranno da una nuova scoperta, che queste speculazioni mi sembrano assolutamente indeterminate, e possono somministrare la carriera più vasta all' immaginazione più fertile in progetti e in congetture (*).

Del rimanente volendosi supporre che queste Macchine non saranno mai impiegate in

(*) Si potrebbe nella guerra far uso di queste Macchine in mille occasioni, ma specialmente per far giungere al Governatore d' una piazza assediata qualche avviso importante.

Digitalizzato da Google

in viaggi ordinarii, non si può almeno dubitare, che i fisici più curiosi non divengano in breve ardenti navigatori di questo nuovo elemento, e non concorrano a far uso di queste Macchine, col solo mezzo delle quali possono acquistare tante nuove cognizioni.

Puossi mai prevedere in effetto di quante esperienze e scoperte queste Macchine saranno gl' istromenti, quai lumi potranno dare sul barometro, termometro, igrometro, e specialmente sulla elettricità? Quanto potranno illuminarci sopra la formazione la sospensione, e risoluzione delle nuvole, come sulle cause della grandine, della neve e di tutti i fenomeni, di cui l'aria è il teatro.

Sarebbe impossibile calcolare i progressi, che può aspettarne la fisica. Queste sole Macchine posson istruirci, se l' aria, che si respira sulle più alte montagne, è simile a quella, che n' è lontana: alfine esse sole possono farci conoscere i venti superiori, le loro forze, le direzioni, i periodi, e la estensione delle zone che occupano, come quella delle zone tranquille, che separano quelli, che essendo gli uni sopra gli altri,

Digitalizzato da Google

tri, hanno direzioni differenti; e queste notizie possono condurci a concepire le cause dei venti inferiori, che tanto importa non ignorare.

Ripetiamo per una volta, quando fosse vero, che si dovesse sempre preferire il viaggiare per terra e per acqua all' uso di queste Macchine; almeno quando la terra e l' acqua ricusano ogni passaggio, l' aria può essere allora di ajuto, sapendosi ora il modo di farne uso.

Se l' uomo è curioso di conoscere tutte le parti di questo globo che abitiamo, e di giungere sino alla cima delle montagne assolutamente inaccessibili, sulla vetta delle quali sin dalla loro formazione orma di piede umano non fu mai impressa; se vogliamo sapere di quali sostanze sono composte, e goder de' fenomeni nuovi, che possono presentarci; se spinti più innanzi ancora dalla nostra ambizione, dalla cima de' monti più alti vogliamo salire a quelle regioni sublimi, dove la natura pare negarci l' ascendere; se vogliamo conoscere quai progressi vi segua il decrescimento del peso dell' aria, ed anche fissare i limiti dell' aria respirabile; quale ostacolo potrà frap-

Digitalizzato da Google

frapporsi? somministrandoci queste Macchine il mezzo di eseguire al presente cose, di cui, tre mesi sono, nessun mortale aveva concepita la idea.

Chi sa pure ciò che l' audacia dell' uomo possa intraprendere, e quali sieno le difficoltà, che per esso impossibili riescano a superarsi?

Fra i viaggiatori, che hanno tentato il passaggio pel Nord, o che hanno voluto andare sino al Polo, e che si sono veduti fermati dai ghiacci, vi fu chi progettò di costruire de' bastimenti, che potessero vogare sul ghiaccio stesso; ed altri, che propose di fare de' piccioli battelli da strascinarsi sul ghiaccio, e su quali si potesse pure imbarcarsi per passare qualche spazio lasciato libero dal mare.

Se sonosi trovati uomini sì temerarii per formare tai progetti, perchè non se ne troverà un altro ardito quanto basta per farsi portare sopra i ghiacci in una Macchina aerostatica, e tentare così di penetrare sino a quel punto del globo sì ignoto, e curioso, dove tutti i moti celesti devono mostrarsi sotto apparenze sì differenti da quelle, sotto le quali noi li vediamo, e dove tut-

Digitalizzato da Google

ti i fenomeni della calamita devono cessare o prendere nuove forme. Non v' ha che 400 leghe per andare al polo, e per ritornare, partendo dal punto dove i ghiacci ci fermano; un vento dunque favorevole potrebbe condurvi e ricondurne in due giorni, e se in questi climi esistessero due correnti di aria, l' una superiore all' altra, di cui l' una portasse verso il polo, l' altra avesse una direzione opposta, dove sarebbe l' impossibilità di veder un giorno riuscire un tentativo, che sembra al primo colpo d' occhio tanto chimerico? (*)

Qualunque per altro sia la sorte di quest' ultimo progetto, di cui l' esito dubbioso può appena essere preveduro in tempi remotissimi, è certo che oltre gli utili infiniti, che queste Macchine possono prestare alla fisica, possono prestarne de' più preziosi alla meccanica; e quì farò le mie

(*) Secondo la esperienza tratta dalla Memoria del D. Franklin, già citata, è in effetto verisimile ch' esista una corrente d' aria superiore, che vada dall' equatore al polo, e un' inferiore dal polo all' equatore. Di più v' ha certamente un flusso e riflusso nell' aria come nel mare, e per conseguenza un moto alternativo dal polo all' equatore e dall' equatore al polo.

Digitalizzato da Google

mie scuse coi Sigg. di Montgolfier per non aver potuto nel mio Esergo esprimere tutta la importanza della loro scoperta.

Trattandosi di raddrizzare e. g. un bastimento piegato da una parte, o di trarne un altro sommerso nel mare, di somma utilità sarebbero in simili casi grandi Macchine aerostatiche; e se non s' impiegassero sole, ajuterebbero mirabilmente gli altri modi soliti a praticarsi, ed aggiungerebbero a questa una somma efficacia (*).

In simili circostanze si conoscerebbe il merito del gaz de' Sigg. di Montgolfier,

(*) Un tale, di cui ignoro il nome, ha immaginato un' altra applicazione delle Macchine aerostatiche. Egli suppone che si volesse dare un avviso per mare il più pronto che sia possibile, e che si spedisse a tal effetto un bastimento leggierissimo. Propone di far sostenere una parte considerabile del peso di questo bastimento da una Macchina aerostatica; pensa, che allora il bastimento tirando molto meno acqua, e provando perciò minore resistenza da questo fluido, sarebbe suscettibile d' una velocità molto maggiore. Questa idea è certamente ingegnosa; non so per altro se la Macchina aerostatica non potesse nuocere al suo veleggiare ma se cangiando la forma di molte Macchine aerostatiche si potessero le medesime far servire di vele, allora non si lascierebbe entrare nell' acqua, che la parte del bastimento necessaria per dargli un punto di appoggio abbastanza solido per tal effetto, e si renderebbe questo bastimento capace di camminare colla maggiore velocità, che ottener si possa nel mare.

Digitalizzato da Google

poichè esso solo può liberare dall' imbarazzo di condur tutte piene le grandi Macchine, di cui si volesse far uso sul luogo, dove convenisse operare. La prontezza di produrlo ed il poco prezzo che costa, lo rendono atto ad essere impiegato sul fatto in ogni luogo, ove si potesse averne bisogno, e la sua forza è tale, e la facilità di ripararlo è sì grande, che quando pure le Macchine fossero tanto vaste, che non potessero essere condotte intiere sul luogo, dove occorresse, si potrebbero condurre a pezzi, unirle grossolanamente ed in fretta, con fermagli o bottoniere, ed essere certi che animate da questo gaz farebbero anche in tale stato un effetto prodigioso.

Si sa quanto sia difficile impiegar grandi forze verticalmente. Si sa quante fatiche e spese costò l'Obelisco del Vaticano quando si volle alzarlo, e collocarlo sopra d'una base; e la fama, che acquistò l'artista che l'eseguì, è una prova della estrema difficoltà dell'impresa. Una grande Macchina aerostatica ben diretta avrebbe risparmiate tante fatiche.

Ma se la meccanica trova tante difficoltà ad impiegare verticalmente grandis-

si-

Digitalizzato da Google

sime forze, quando poi bisogna impiegarle a grandissime altezze, allora confessa la sua impotenza. I viaggiatori dichiarano il loro stupore alla vista delle smisurate pietre, che trovansi verso l' alto delle piramidi, e gli artisti stessi convengono, che non possono concepire in qual modo gli Egiziani potessero portare sì grandi moli a tanta elevazione. Se gli Egiziani avessero conosciuto l' uso delle Macchine aerostatiche perfezionate, svanirebbe ogni maraviglia. Quante simili pietre non alzerebbe in una volta una sola di queste Macchine? e quale comparazione puossi fare fra l' altezza delle piramidi e quella, a cui può elevarsi una Macchina aerostatica; poichè giudicando dalle esperienze, la Macchina di Versaglies, quella delle tre, che meno s' è alzata, e che avanti di principiare a salire aveva nella sua parte superiore una fessura lunga sette piedi, è però giunta ad un' altezza triplicata della più alta delle piramidi.

Per quanto numerose ed interessanti siano le applicazioni, che potranno farsi delle Macchine aerostatiche alle scienze e alle arti, non per gli usi soli,

Digitalizzato da Google

ai quali si possono impiegare queste Macchine, sembra importante la scoperta de' Signori di Montgolfier; e i vantaggi, che potranno in avvenire trarsi dal gaz, ch' essi hanno immaginato, sono forse ancora più maravigliosi.

Al fine sotto qualunque rapporto si consideri la esperienza di Annonay, sembrami una di quelle esperienze fondamentali, che restano per sempre scolpite nella memoria degli uomini, e meritano di far epoca nella storia delle cognizioni umane. Non che dunque considerarla come un semplice passatempo, o come un giuoco puerile, sembra che dovremmo piuttosto con una riconoscenza rispettosa ricevere una scoperta, che promette agli uomini tante cognizioni nuove e sì poderosi soccorsi; scoperta degna per la sua bellezza d' eccitare una nobile gelosia ne' nostri rivali, e che fa tanto onore alla nazione, in seno della quale i suoi autori hanno avuta la nascita.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA

Del Signor Bourgeois al Signor Faujas di Saint-Fond. (*)

Mi do l' onore, Signor mio, di mandarvi le mie osservazioni sopra il Pallone del Campo di Marte.

Dimensioni del Pallone

Diametro - - - - - 12 p.i 2 p.°
Circonferenza - - - 38 p.i 3 p.° 8 li. ec.
Aria circolare - - 116 p.i 3 p.° 1 li. 6 p.i qu. ec.
Superficie - - - - - 465 p.i 0 - - 6 li. 2 p.i qu. ec.
Solido - - - - - - - 943 p.i 0 - - 6 li. cub. ec.

L' aria scacciata dal solido essendo valutata sul barometro, che mostrava al tempo della partenza del Pallone 28 poll. 1 $\frac{1}{2}$

 lin.

(*) Il Sig. Davidde Bourgeois unisce a somma modestia una grande scienza in geometria e in letteratura: s'occupa al presente a confrontar nella Biblioteca del Re i Mss. e i libri antichi, Greci, Latini, Italiani, Francesi, Spagnuoli ec. dove trattasi di arti curiose note agli antichi. Si troverà nell' opera, che vuolsi pubblicare da lui tutto ciò, ch' è stato scritto sopra l'arte di volare, e di fabbricare automi.

Digitalizzato da Google

lin. producendo 782 grani il piede cubico, avrebbe pesato 80 libbre, 1 oncia, quattro grossi, 27 grani, se il Pallone fosse stato pieno intieramente. Non lo era, e non lo doveva essere. Una circostanza inopinata non ha lasciato impiegare i mezzi, che avrebbero potuto dare un' approssimazione soddisfacente del vuoto. Fu presunto di $\frac{1}{8}$, di $\frac{1}{10}$ o di $\frac{1}{12}$.

Questa incertezza obbliga a fare tre supposizioni per valutare l'aria scacciata e l'aria infiammabile; poichè l'aumento del vuoto diminuisce lo scacciamento. Si considererà dunque uguale a 474, o a 72, o a 70.

La forza dell'ascensione del Pallone era, quando principiò a salire, di 35 libbre. Era dunque all'aria scacciata in rapporto di 35 a 74, o di 35 a 72, o di 1 a 2.

La determinazione della leggerezza dell'aria infiammabile è sommessa a queste tre supposizioni, in questa forma.

Peso del Pallone vuoto	25,0	25,0	25 lib.
Forza di ascensione ---	35 --	35 --	35
Peso dell'aria infiammabile contenuta nel Pallone. ----------	14 --	12 --	10 lib.

Aria

Digitalizzato da Google

Aria scacciata - - - - - - - 74, 0 72, 0 70 lib.

L' aria infiammabile sarà dunque stata all' aria atmosferica in rapporto di 1 a 5 $\frac{2}{7}$ o di 1 a 6, o di 1 a 7.

Il fallo commesso per l' intromissione dell' aria atmosferica nel Pallone prima della sua partenza, poco importa, poichè scacciando esteriormente quest' aria, la rimpiazzava interiormente. Esso vi cagionava una compressione nociva all' inviluppo del Pallone senza produrvi nessun buon effetto.

Non è così d' un altro fallo commesso introducendo nel Pallone troppa quantità d' aria infiammabile; esso ha avuto il suo effetto accelerando l' ascensione senza giovare alla prova, che voleva ottenersi dalla scoperta de' Sigg. di Montgolfier, ch' era l' unico fine di questa prima esperienza; ma ha nociuto, rendendo le osservazioni di questa ascensione più difficili a valutarsi. Ha tolto troppo presto il Pallone dagli occhi degli spettatori, che ne avrebbero goduto dall' istante della partenza sino a quello della seconda sparizione, perchè la nuvola carica di pioggia, che l' ha coperto momentaneamente, sarebbe stata por-

ta-

Digitalizzato da Google

tata più lungi nell' intervallo della elevazione meno pronta, ed il Pallone sarebbe entrato più tardi nell' ultima nuvola. Questa introduzione troppo forte d' aria infiammabile ha pure avuto l' inconveniente di aumentare il grado di forza espansiva di quest' aria, che, non avendo più che troppo poca reazione sopra se stessa, ha fatto forza contro le pareti del Pallone, e vi ha cagionata un' apertura.

Tolti questi due falli, e riducendosi ad una forza di ascensione di 24 lib., la libertà della reazione del Pallone sarebbe stata di $\frac{1}{3}$ e l' aria scacciata ridotta a 54 lib., la forza di ascensione sarebbe stata a quest' aria in ragione di 4 a 9. Il Pallone in questa supposizione avrebbe potuto alzarsi a 2200 pertiche incirca, e nello stato violento, in cui è stato posto, se la frattura non è stata prodotta, che dopo la sua più alta salita, essa avrà potuto essere di 2500, o di 2600 pertiche.

Il calcolo di queste elevazioni non è positivo, ma congetturale. La cognizione dell' aumento della rarefazione dell' atmosfera nella progressione del suo allontanamento dalla terra, come quella delle circo-

Digitalizzato da Google

costanze, che possono causarvi delle variazioni, è imperfetta.

I Palloni aerostatici procurerannoci migliori istruzioni. Non potevasi prima della loro scoperta penetrare l'atmosfera che salendo le alte montagne; i vapori vi si alzano pure, benchè in quantità minore, e questi vapori portano più o meno differenza allo stato vero dell' aria libera, secondo la natura del terreno, dal quale partono.

Bisogna inoltre osservare che i punti, ai quali le elevazioni sono valutate colà sopra, sono quelli, ne' quali si presume stabilirsi l' equilibrio tra il peso del Pallone e quello dell' aria, che lo circonda. Ora è probabile che avrà potuto andar più alto, perchè avrà avuto in quel momento una forza di vibrazione, che ve lo avrà slanciato. Converrà forse applicar quì le leggi della caduta de' corpi gravi, benchè la ragione dell' ascensione essendo prodotta dalla differenza de' pesi specifici e reciproci, e diminuita dalla resistenza dell' aria, questa ragione decresce vie più, a misura che il corpo leggiero s' avvicina al luogo dell' equilibrio? Qual forza resterà,

Digitalizzato da Google

rà, quando questa ragione decrescente sarà estinta? Quale spazio questo avanzo farà esso percorrere, essendo combattuto da una doppia ragione di leggerezza, e di resistenza crescente, che deprimerà il corpo ascendente, e lo farà ricadere al di sotto dell' equilibrio? Questo giuoco di oscillazioni si ripeterà certamente gran numero di volte, e lo spettacolo sarà interessante, venendo osservato col telescopio, o con ottimi canocchiali. Sono ec.

DAVID BOURGEOIS.

P. S. Mi viene comunicata la lettera del Sig. Meusnier. Egli risponde con molta sagacità a molte questioni delle mie osservazioni. Noi differiamo in alcuni risultati per due cause; 1°. la gravità dell' aria. Ho seguito per la sua determinazione i rapporti, che le migliori note esperienze m' indicavano, conciliandole con un' approssimazione media, mentre il Sig. di Meusnier ha fatto di questo oggetto una questione particolare, la cui soluzione l' ha condotto a rettificare le antiche valutazioni. 2°. Egli non ha tenuto conto del

vuo-

Digitalizzato da Google

vuoto restato nel Pallone ; io sono ciò non ostante certissimo della sua esistenza. Il Sig. di Meusnier merita d'altronde i maggiori elogi per la esattezza, la precisione e la eleganza de' suoi calcoli.

ESPERIENZE

Fatte a Parigi, nella contrada di Montreuil del Borgo di S. Antonio a' 19 Ottobre 1783, con una Macchina aerostatica, che s'è alzata con due uomini all' altezza di 324 piedi.

Benchè la esperienza di Versaglies abbia appagato ognuno, la Macchina però essendo stata stracciata per la forza del gaz nella parte superiore, accidente che non la lasciò salire quanto doveva, il Sig. di Montgolfier risolvette di farne costruire una seconda più grande e molto più solida, e colla quale propose di fare alcune prove atte a perfezionare una scoperta, nella quale non si poteva avanzare che lentamente e per progressione.

Si presero e tempo e tutte le precauzioni necessarie per la costruzione di questa

Digitalizzato da Google

sta Macchina, ed il dì 10 Ottobre fu intieramente finita. La sua forma era ovale, la sua altezza di 70 piedi, il suo diametro di 46, e la sua capacità di 60000 piedi cubici. Era la sua parte superiore circondata di gigli, ornata de' dodici segni del zodiaco in color d'oro; il mezzo portava le arme del Re frammischiate di soli, ed il basso era guarnito di mascaroni, di ghirlande e di aquile coll' ali spiegate, che parevano portare a volo questa superba Macchina a fondo di azzurro.

Una galleria circolare costruita di giunchi, e coperta di tele dipinte a drappo e ad altri ornamenti, era attaccata con una quantità di corde al basso della Macchina. Aveva incirca tre piedi di larghezza, e v' era disposta a diritta e a sinistra una balaustrata di tre piedi e mezzo di altezza. Questa galleria non interrompeva l' apertura di quindici piedi incirca di diametro, ch' era al basso della Macchina; le serviva al contrario di prolungamento, ed in mezzo a questa apertura erasi collocato un fornello di filo di ferro sospeso con catene, per mezzo del quale le persone, ch' erano nella galleria con provvigio-

Digitalizzato da Google

gioni di paglia, potevano comodamente e a piacere sviluppare il gaz. La tavola VIII. dà un' idea molto più esatta di quanto se ne potesse dire. Questa Macchina, quale l'ho descritta, pesava almeno 1600 libbre.

Aveasi avuta la precauzione d' avvertire il pubblico nel giornale di Parigi degli 11 di Ottobre, che l' esperienze, che volevano farsi, riguardavano essenzialmente i dotti; onde quanto più dovevano interessare la fisica, tanto meno potevano allettare la semplice curiosità.

Questa precauzione parve necessaria per liberarsi dalla moltitudine, prima di aver ottenuto qualche risultato favorevole. Era prudenza ed utilità in simile occasione il procedere tranquillamente con persone perite nell' arte dell' esperienze, dovendo questa avere le sue difficoltà. Si sa che quando non si ha timore dell' esito, che dipende spesso dalla più leggiera circostanza, si travaglia con più fiducia, e ognuno ajuta co' suoi consigli, e tutti essendo cooperatori, l' interesse diviene comune. Allora, anzi che censurare le operazioni, si compiace l'amor proprio di vederne la buona riuscita.

Ma

Digitalizzato da Google

Ma questa saggia risoluzione non ebbe luogo che sino a un certo segno in una Città come Parigi, dove infiniti riguardi non permettono di eseguire ciò che si stabilisce di fare. Subito dunque che seppesi, che trattavasi d'esperienze, il concorso fu grande; e come non si potè negare l'ingresso a personaggi di somma considerazione, non pochi altri posero in opera molti mezzi per essere ammessi; e le prove, che volevano farsi privatamente, divennero sul fatto esperienze solenni.

Il mercoledì 15 Ottobre il Sig. Pilatro di Rozier, che in molte occasioni ha dato prova della sua intelligenza e del suo coraggio in esperienze arditamentose, dove non ha temuto di mettere spesso a ripentaglio la vita, avendo fatto alcuni tentativi rasente a terra colla Macchina aerostatica, desiderò di essere sollevato, se possibil fosse, ad una grande altezza; e si collocò a quest'oggetto nella galleria. La Macchina fu gonfiata, partì conservando un perfetto equilibrio, e si alzò per tutta la lunghezza delle corde attaccatevi per ritenerla; cioè sino ad 80 piedi di altezza, e vi restò per quattro minuti e venti-

Digitalizzato da Google

ticinque secondi, senza che il Sig. Pilatro di Rozier provasse il più lieve incomodo.

Il più interessante in questa esperienza fu l'essere assicurati dal timor generale sopra il modo, con cui cadrebbe la Macchina, quando il gaz s'indebolisse; ma si vide chiaramente, che in luogo di cadere, essa discendeva lentamente, essendo sempre tesa, e che dopo aver toccato terra, s'alzava di nuovo, quando la persona, che v'era dentro, l'alleggeriva sortendone.

Il venerdì 17 si ripeterono le stesse esperienze; e il trasporto di vederle fu tale, che l'affluenza degli spettatori era estrema. E' difficile unire una più luminosa assemblea; ma un vento contrario, che si alzò, pregiudicò all'effetto dell'esperienze; e quantunque il Sig. Pilatro di Rozier fosse asceso a poco a poco alla medesima altezza del mercoledì, la Macchina combattuta dal vento e dalla resistenza delle corde, che la ritenevano, si sostenne molto meno, e non produsse il bell'effetto dell'esperienza antecedente; sicchè si conobbe che sarebbe stato bene non aderire al trasporto del pubblico, perchè accade spesso che una

Digitalizzato da Google

esperienza veduta da persone, che vi assistono più per curiosità che per istruirsi, e che vorrebbero che tutto fosse diretto a divertirle, nuoce talvolta al progresso d' una scoperta, perchè il Pubblico non calcola mai le fatiche e lo studio, ch' essa può aver costato all' Autore: ma per buona sorte nella domenica seguente il Sig. Montgolfier scelse un bel tempo per fare nuove esperienze, che hanno confermato autenticamente i successi graduali, ma rapidi di questa Macchina tra le mani del suo inventore.

PRIMA ESPERIENZA.

Il dì 19 Ottobre a quattro ore e mezza, ed in presenza di oltre 2000 persone, la Macchina, di cui aveasi diminuita la galleria, fu empiuta di gaz in cinque minuti, ed il Sig. di Rozier collocatosi nella galleria con un peso di cento libbre nella parte opposta per far equilibrio, ascese all' altezza di 200 piedi; la Macchina si sostenne sei minuti a questa altezza senza fuoco nel fornello.

SE-

Digitalizzato da Google

SECONDA ESPERIENZA

La Macchina con entrovi il Sig. Pilatro di Rozier col contrappeso di cento libbre, e posto il fuoco nel fornello, fu alzata a 250 piedi, dove restò per otto minuti e mezzo. Nel mentre che volevasi ritirarla, un vento di Levante la portò sopra un boschetto di grandissimi alberi in un giardino vicino, dove s' inviluppò senza perdere l' equilibrio: si rinnovò il gaz, ed allora da se stessa sviluppandosi s' alzò pomposamente fra le pubbliche acclamazioni. Questa seconda esperienza fu molto istruttiva. Fu detto, che se mai una tal Macchina cadesse sopra un bosco, sarebbe distrutta, e farebbe incorrere in gravi pericoli chi dentro vi fosse. Questa esperienza fa conoscere che la Macchina non cade, ma discende; che non si rovescia, nè si distrugge sugli alberi; che non fa perire, nè patire i viaggiatori che porta; che all' incontro questi ultimi, producendo del nuovo gaz, le danno modo di trarsi d' impaccio, e ch' essa malgrado un simile accidente può rimettersi in via,

Digitalizzato da Google

Il Sig. di Rozier diede ancora un esempio della facilità di scendere e salire a piacere; poichè essendo la Macchina arrivata a più di 200 piedi, discese lentamente; ed accostandosi la medesima a terra, il Sig. di Rozier produsse accortamente ed a proposito del nuovo gaz, ed essa ripigliò la prima carriera.

TERZA ESPERIENZA

La Macchina partì col Sig. di Rozier ed un compagno, il Sig. Giroud di Villette; e come eransi allungate le corde, ella si alzò sino all'altezza di 324 piedi, e vi restò nel più perfetto equilibrio per nove minuti almeno. Fu un raro spettacolo veder uomini saliti a tanta altezza per la prima volta, e sostenervisi senza pericolo e senza inquietudine.

La Macchina faceva un superbo effetto a quest'altezza; trovavasi sopra Parigi ed era veduta da tutti i luoghi circostanti; la sua grandezza non pareva diminuita agli occhi degli spettatori disposti nel luogo, dove facevasi la esperienza; ma gli uomini erano appena visibili: si distingueva

Digitalizzato da Google

co' cannocchiali il Sig. Rozier occupato a produrre del gaz con uguale intelligenza ed ardore.

Quando la Macchina fu calata, assicurarono que' Signori di non aver sofferta la minima incomodità; ricevettero i giusti applausi del loro zelo e del lor coraggio; ed il Marchese di Arlandes, Maggiore d' infanteria, prese il luogo del Signor Giroud di Villette, e salì col Signor di Rozier. Questa terza sperienza ebbe l' effetto della prima. E' certo, che se la Macchina non fosse stata trattenuta, sarebbesi alzata sino a 1200 pertiche per lo meno.

Questi sono fatti superiori ad ogni critica, che provano che uomini possono essere elevati a grandi altezze senza pericolo, con un mezzo prima d' ora ignoto, e attestano i successi progressivi dell' esperienze fatte dai Sigg. di Montgolfier: risposta la migliore che possa darsi ai detrattori di questa stupenda Macchina, la cui perfezione sarà forse portata oltre ogni speranza, se i dotti vorranno occuparsene più in grande, e soprattutto, se vi sarà costanza nelle ricerche, e se non si lascieranno

Digitalizzato da Google

gli uomini atterrire dalle difficoltà, che converrà vincere, prima di giungere a maneggiarla a piacere. Bisogna riflettere ch' è molto più facile il giungere a formare una Macchina, che porti gran numero d' uomini, dopo averne veduto una portarne alcuni, che non è il passare da un semplice Canot d' un selvaggio ad un vascello di cento pezzi di cannone, che non cura lo sforzo dell' onde, e che traversa impunemente il mare da un polo all' altro.

LETTERA

Del Sig. di Montgolfier al Sig. Faujas de Saint-Fond.

Parigi 20 Ottobre 1783.

Sembrami, Signore, avervi inteso progettare di dare al Giornale un ristretto dell' esperienze, che ho fatte nella scorsa settimana. Un' osservazione, che certamente voi averete fatta, ma che pur conviene suggerire alle persone, che non giudicano che col mezzo degli occhi, si è, che nell' esperienze precedenti, specialmente

Digitalizzato da Google

te quella di venerdì, faceva un poco di vento, onde fummo obbligati a ritenere la Macchina con corde, perchè non calasse ne' giardini vicini o sopra le case. Da ciò derivava che le corde dovevano far un angolo coll' orizzonte, cosicchè l' altezza perpendicolare della Macchina fosse alla distanza degli uomini, che tenevano le corde, come la tendenza della Macchina da salire è alla impressione del vento sopra essa; e perchè le corde hanno quasi sempre fatto un angolo di 45 gradi coll' orizzonte, ne segue che incirca i $\frac{7}{10}$ della forza del vento erano impiegati a rispingere la Macchina abbasso. Questo effetto diveniva ancora più sensibile, quando si tiravano le corde per ricondurre la Macchina verticalmente sopra la parte libera del giardino. I $\frac{7}{10}$ della forza, che s' impiegava a tirarla, reagivano per farla discendere, dimodochè questo sforzo essendo almeno di 5 in 600 libbre, ne dovette risultare un sopraccarico di 350 in 400 libbre, che non avrebbero avuto luogo, se la Macchina fosse stata in libertà.

Così ed alla tranquillità dell' aria e all' alleggerimento di 100 libbre, che ho procu-

Digitalizzato da Google

rato alla Macchina, si deve attribuire il felice successo della esperienza di jeri; e vi confesso che non avrei sperato che in sì poco tempo si potesse tanto impossessarsi della produzione del gaz, per venir a radere la terra, e rialzarsene senza porvi piede, come per due volte abbiamo veduto eseguirsi dal Sig. di Rozier.

Ho creduto di dover quì inserire la lettera del Sig. Giroud di Villette, compagno di viaggio del Sig. di Rozier, la quale contiene alcune rilevanti particolarità.

LETTERA

Del Sig. Giroud di Villette agli Autori del Giornale di Parigi.

22 Ottobre 1783.

Signori, jeri 19 del corrente in qualità di aggiunto della manifattura Reale del Sig. di Reveillon, ho ottenuto da questi Signori di salire nella parte del paniere oppo-

sta

Digitalizzato da Google

stà a quella, dov' era il Sig. di Rozier, per servirgli di contrappeso: mi sono trovato quasi in un quarto di minuto innalzato a 400 piedi da terra, secondo il rapporto fattomene; restammo in questa posizione dieci minuti. Mia prima cura fu di ammirare, col favore d' un foro lungo quattro dita, il fisico intelligente, che io aveva l' onore di accompagnare; il suo coraggio, la sua agilità, il suo talento a maneggiare e ben condurre il suo fuoco, m' incantarono. Voltandomi, distinsi i baluardi dalla porta di S. Antonio sino a quella di S. Martino, tutti pieni di gente, che parevano una spalliera di varii fiori. La strada S. Antonio, i giardini che ci stavano dattorno, mi rappresentavano la stessa cosa; poi volendo occuparmi dell' oggetto di questo viaggio, rivolsi la vista più da lontano; prima vidi il monticello Montmartre, che parevami la metà più basso del nostro livello; scopersi facilmente Neuilli, S. Cloud, Seve, Issy, Ivry, Charenton, Choisy, e forse Corbeil, che la leggiera nebbia non mi lasciò distinguere: da quel momento fui convinto, che questa Macchina poco dispendiosa sarebbe utilissima in un' ar-

ma-

Digitalizzato da Google

mata per iscoprire la posizione di quella del nemico, le sue operazioni, marcie, disposizioni, ed annunziarle con segnali alle truppe alleate della Macchina. Credo che in mare sia ugualmente possibile con precauzioni il servirsi di questa Macchina. Ecco, o Signori, una utilità incontrastabile, che il tempo perfezionerà; tutto il mio dolore è di non aver pensato a munirmi d'un cannocchiale.

Avendomi il Sig. Sage comunicato una lettera indirizzatagli da Pietroburgo da un dotto uomo e incaricato dal Gran-Duca di Russia di ripetere la esperienza del Sig. di Montgolfier, ho creduto, che verrebbe accolta con tanto maggior piacere, poich' essa ci mostra, che un Principe distinto per le sue cognizioni si degna di occuparsene, e che il celebre Leonardo Eulero, testè rapitoci dalla morte, aveva conosciuto il merito di questa scoperta, e ne aveva fatto l'oggetto de' suoi ultimi calcoli.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA

Scritta da Pietroburgo dal Sig. Rome al Sig. Sage dell' Accademia Reale delle Scienze.

Pietroburgo 4 Ottobre 1783.

Ho avuto l'onore ultimamente di scrivervi intorno il Globo aerostatico del Sig. di Montgolfier, e pel medesimo oggetto vi scrivo ancor oggi. Questa esperienza d'una semplicità, di cui capisce ognuno il principio, e il cui risultato è stupendo, meritava l'accoglimento generale. Quì tutti quelli che sanno, ne parlano. Il famoso geometra Leonardo Eulero ne ha fatto l'oggetto de' suoi ultimi calcoli; egli vi ha veduto un bel problema di meccanica da risolversi, ed ha trovato che un Globo di 100 piedi doveva alzarsi con una velocità di 41 piedi per secondo. Aspetrandosi che i fisici ne facciano delle utili applicazioni, si ripete in ogni luogo la esperienza di Annonay; ed il Gran-Duca desidera che si faccia sotto i suoi occhi. Fui incaricato di occu-

par-

Digitalizzato da Google

parmene, ma confesso, che per intraprenderlo, mi bisognano notizie più estese e fedeli di quelle de' pubblici fogli, piene d' inesattezze mostruose.

M' indirizzo a voi, Signore, per aver accurate informazioni specialmente sopra la costruzione e la manipolazione di questi Palloni. Il vostro zelo a render pubblico tutto ciò, che merita di esserlo, mi accerta dell' accoglienza, che farete alle mie ricerche, alle quali vi prego d' interessarvi, raccomandandomi al Sig. Faujas di Saint-Fond, ed a que' vostri compagni, che vorranno dare tali notizie per un Globo di 70 piedi. Ciò che più m' imbroglia è il sapere, come e da quai corpi possa trarsi una quantità sì esorbitante di aria infiammabile; come siasi questa introdotta colla minore mescolanza possibile nel Globo; come siasene scacciata l' aria comune? Si conosc' egli il metodo preciso di sciogliere la gomma elastica? Vi dimando sopra ciò istruzioni, ed insieme le vostre riflessioni, che mi saranno preziose per ripetere l' esperienza. Ignoro pure, se la ossatura deve restare sotto il Pallone, e se alzandosi deve trar seco tutto il materiale in-

Digitalizzato da Google

interiore. Ignoro le precauzioni prese per difendere da ogni accidente questo Globo delicato sino al momento della sua elevazione.

Questa Lettera vi sarà mandata dal Principe Bariantiski, Ministro di Russia in Parigi. La celerità è una delle ricerche più essenziali. Vi prego ad averla a cuore, per quanto vel possano permettere le numerose vostre occupazioni.

Se esistono descrizioni stampate di questa esperienza, vi prego indicarle a' miei amici in Parigi, che si presenteranno a voi per tal effetto, e che raccomando alla vostra gentilezza.

LETTERA

Del Sig. Pilatro di Rozier, Capo del primo Museo autorizzato dal Governo sotto la protezione di MONSIEUR *e di* MADAME *al Sig. Faujas de Saint-Fond.*

Consultato di continuo intorno al prezzo e alle porporzioni d' una Macchina aerostatica, risolvo d' indirizzarvi le mie osservazioni, che diverranno forse di qualche utilità agli Amatori, che aspettano l' opera interessante

Digitalizzato da Google

te che progettate; chiamandomi felice, se il desiderio di corrispondere al vostro disegno può convincervi de' sentimenti, coi quali ho l'onore di essere

Pilatro di Rozier.

Dal primo Museo 28 *Settembra* 1783.

CALCOLO

Della quantità di gaz infiammabile ottenuto mediante la combinazione del ferro col acido vitriolico, e della zelamina coll' acido marino.

PRIMA ESPERIENZA. (*)

Sei once di acido vitriolico ------ s d
(**) a 66 gradi costano ------- 4 3

Quat-

(*) In questa prima esperienza il peso del gaz infiammabile è a quello dell' aria atmosferica in ragione di 7 a 43. Il termine medio del peso dell' aria atmosferica è quando il barometro è a 28 dita.

(**) L' acido vitriolico a 66 gradi è il più concentrato del commercio, all' aereometro del Signor Baumé.

Digitalizzato da Google

Quattro once di limatura di ferro estratto colla calamita - - - - - - - - - 1
Dieci once d' acqua distillata - - - - - 1
Queste tre materie mescolate hanno dato un piede cubico di gaz. La dissoluzione essendo stata ajutata dal calore, restò completa in un' ora $\frac{1}{4}$. Il prezzo del piede cubico ha dunque costato a Javelle - - - - 6 3

SECONDA ESPERIENZA.

Gaz infiammabile, il cui peso è a quello dell' aria atmosferica come 5 *a* 53

	l^e.	s^i.	d^i.
Sei once di limatura di zelamina - -		5	
Sei once d' acido marino concentratissimo - - - - - - - - - - - - - - -		7	6
Sedici once di acqua distillata - - -		1	
Mescolate insieme hanno prodotto un piede cubico di gaz. La saturazione ajutata dal calore è stata perfetta in $\frac{3}{4}$ d'ora. Questo piede cubico di gaz infiammabile leggerissimo ha costato alla manifattura - - - - - - - - - -		13	6

Le

Digitalizzato da Google

Le due esperienze suddette, essendo il risultato di un gran numero di prove particolari, possono divenire termine di comparazione per Globi di differenti diametri. Per esempio volendosi sapere il prezzo di un Globo di 30 piedi di diametro, ed il peso, che potesse portare per restare in equilibrio coll' aria atmosferica a 28 dita.

Circonferenza - - - - - - - -	94 p^{i} 3 d.		
Superficie - - - - - - - - - -	2827 p^{i} qu.		
Solidità - - - - - - - - - - - -	14137 p^{i} cub.		
Pesando il piede cubico d' aria espulsa dieci grossi, quando il barometro è a 28 gradi, somministra in leggerezza - - -	1104 l.	7 onc.	2 gr.
Da cui bisogna prima di tutto dedurre il peso di 339 aune di taffetà valutato a 6 once l' auna come quello del Sig. Robert - - - - - - - -	127	2	
Residuo in leggerezza - - -	977	5	2
Diffalcando cinghie, sete, corde e galletto - - - -	25		
Residuo in leggierezza - -	952	5	2

Suppongo in fine il Globo pie-

Digitalizzato da Google

pieno di gaz, benchè i $\frac{3}{4}$ bastino, come l' ho valutato ad un sesto incirca del peso dell' aria comune scacciata, si debbono ancora sottrarre dall' eccesso di leggerezza	184	1	1 $\frac{1}{2}$
Resteranno dunque di leggerezza - - - - - - - - - - -	768	4	0 $\frac{1}{2}$

Prezzo delle materie.

Trecento trentanove aune di taffetà gommato con due mani di gomma copal, facendo il vuoto come la vescica a lire 10 l' auna --	3390	lire
Cinque aune per le cuciture	50	
14137 piedi cubici di gaz tratto dal ferro a 6s. 3d. al piede cubico - - - - - -	4417l. 16si	6di
Totale del prezzo della Macchina - - - - - - - - - - - -	7857l. 16si	6
Se s' impiegasse del gaz tratto dalla zelamina, il Globo potrebbe portare 78 libbre di più, ma costerebbe 4124l. 13si di più del precedente lo che formerebbe in tutto -	12982	9 6

Digitalizzato da Google

Per quanta diligenza si usasse nella costruzione di questo Globo, perderebbe ogni giorno almeno 6 libbre di gaz, lo che farebbe una somma di 452 piedi cubici $\frac{56}{452}$ a 6si 3d. il piede cubico in danaro - - - - - 141 15 3

Stante una perdita giornaliera sì considerabile vedesi l' impossibilità di far uso di gaz infiammabile nell' esperienze in grande, quando non trovisi un inviluppo più sicuro della vescica e della pellicola, che lasciano stacciare le due specie di gaz con una facilità non ancora stata apprezzata prima delle ultime esperienze del Sig. Faujas di Saint-Fond. (*)

TAVOLA comparativa delle principali dimensioni delle Macchine aerostatiche ad aria infiammabile con diversi inviluppi e pesi, che possono esse alzare, supponendo l' aria infiammabile in ragione di 1 *a* 8.

OSSERVAZIONI.

Questi calcoli sono fatti per tre specie d' inviluppi, cioè di pelle di capre pesante once 4 al piede quadrato; di pelle di montone del peso di 2 once e $\frac{2}{3}$ al piede quadrato; e di taffetà intonacato del peso di $\frac{3}{4}$ d' oncia al piede quadrato; converrà dedurre dal peso dell'equilibrio tutto ciò, che sarà aggiunto alla stoffa delle Macchine.

(*) Ho supposto la Macchina costrutta e piena in una manifattura diversa da quelle della Capitale; senza di che avrei tenuto conto de'diritti imposti sugli acidi ed altre materie, che aumentano quasi d'un sesto i prezzi indicati.

Digitalizzato da Google

Diametri.	*Superficie.*	*Solidi.*	*Forza in pelle di capra*	*Forza in pelle di montone.*	*In taffetà intonacato.*
piedi.	piedi.	piedi.	libbre.	libbre.	libbr. once.
5	78 4/7	65 10/21	.....	.....	1 2
8	201 1/8	268 11/21	.....	.....	11
10	314 2/7	523 17/21	.....	.....	24 1/2
12	452 4/7	905 1/7	.....	.....	49
14	616	1437 1/3	.....	4	82
16	804 4/7	2145 11/21	.....	25	128
18	1018 2/7	3054 6/7	.....	50	196
20	1257 1/7	4190 10/21	.....	101	265
22	1521 1/7	5577 11/21	33	160	342
24	1810 2/7	7241 1/7	83	234	451
26	2124 4/7	9206 5/7	150	327	582
28	2464	11498 2/3	230	441	730
30	2828 4/7	14142 6/7	340	576	916
35	3850	22458 1/3	700	1101	1482
40	5028 4/7	33723 17/21	1240	1659	2261
45	6364 2/7	47732 1/7	1944	2474	3236
50	7857 1/7	65476 11/21	2884	3539	4480
60	11314 /7	113142 5/7	5550	6493	7973
70	15400	179666 2/3	9455	10738	12583
80	20114 2/7	268191 1/7	14850	16526	18936
90	25457 1/7	381857 1/7	21914	24048	27085
100	31428 4/7	523809 11/23	30934	33553	37943
125	49107 1/7	1023065 10/21	63487	67579	73462
150	70714 2/7	1767857 1/7	113242	119135	127605
175	96250	2807291 2/3	183834	191855	203385
200	125714 2/7	4190476 4/21	278901	289377	304437

Digitalizzato da Google

Descrizione dell' equilibrio delle Macchine in tela, riempite secondo il metodo de' Sigg. di Montgolfier, supponendo l' aria contenutavi metà meno pesante dell' aria atmosferica, ed il peso dell' inviluppo di 2 once ogni piede quadrato.

Diametri.	20 piedi porterebbero	20 libbre.
	22	46
	24	80
	26	128
	28	178
	30	245
	35	469
	40	794
	45	1224
	50	1788
	60	3373
	70	5678
	80	8835
	90	12977
	100	18238
	125	37162
	150	66097
	175	106766
	200	155357

Stando per uscire al pubblico quest' Opera, ho ricevuto le notizie precise d' un espe-

Digitalizzato da Google

esperienza fatta in Lione dal Sig. Montgolfier il maggiore. Mi affretto di farla conoscere con sommo piacere, presentando esse un modo ingegnoso per alimentare il fuoco delle Macchine aerostatiche. Non dispiacerà d'altronde il vedere che la Macchina di Lione alzatasi, e trovato nelle nuvole un vento settentrionale, seguì per qualche tempo questa direzione. La sua forza di ascensione avendole permesso di traversare questa corrente, ne incontrò una seconda di sopra, che la portò in altra parte; osservazione che può dare gran lume per la navigazione aerea, se mai vi si giunga a praticarla.

Essendosi poi il detto Sig. Montgolfier impegnato a presiedere ad altre esperienze, che devono farsi in Lione con una Macchina aerostatica di cento piedi di diametro, è sperabile di ottenerne lumi per accelerare il progresso di questa bella scoperta. Mi ingegnerò di far conoscere il preciso d' questa esperienza non meno che di quelle, che sono per farsi a Parigi, a Londra, a Pietroburgo ed in Italia. Dotti corrispondenti hannomi gentilmente promesso d' informarmi con esattezza di quanto sarà fatto

Digitalizzato da Google

a tal uopo; ed io non perderò un sol momento per farne godere il Pubblico mediante un supplemento, che servirà di continuazione all' Opera presente.

ESPERIENZA

Fatta in Lione presso l' Intendente dal Sig. di Montgolfier il maggiore.

La Macchina alzatasi presso il Sig. Intendente di Lione era fabbricata di carta: la sua forma era quella di due piramidi quadrangolari troncate e unite nelle loro basi, che avevano otto piedi per lato; e le cime troncate ne avevano quattro, e l' asse comune otto, ciò che formava la capacità di 300 piedi cubici al più.

Le basi univansi da alcune linguette di legno di otto piedi di lunghezza, e l' apertura inferiore da quattro di quattro piedi.

Quattro grossi fili di ferro partendo, dai quattro angoli dell' apertura inferiore, si univano nel mezzo per portare un cilindro di filo di ferro, lungo un piede e del diametro di sei dita.

Dopo aver caricata la Macchina di gaz

col

Digitalizzato da Google

col mezzo del fuoco, il cilindro fu riempiuto di un rotolo di trenta fogli di carta imbevuta d'una libbra d'olio d'uliva, al quale si diede fuoco.

La Macchina alzandosi rapidamente fu portata verso la città. Dopo aver corso in questa direzione circa un quarto di lega, si trovò sollevata all'altezza delle nuvole, e fu spinta com' esse verso il Nord. Continuando a salire, ubbidì al vento d'Est-Sud-Est, che regnava in quella regione.

Fu seguita per qualche tempo in quella direzione, ma il suo diametro apparente era divenuto sì piccolo, che sfuggiva la vista degli spettatori. Quelli, che avevano l'occhio più acuto, la seguirono ancora per qualche poco, finchè la perdettero affatto 22 minuti dopo la sua partenza. *Estratto da una Lettera del Sig. di Montgolfier.*

Metodo grafico per tagliare i fusi d' un Globo.

1.° Sia descritto il Semicircolo A B C del diametro del Pallone proposto *fig.* 5 *tav. VII.*

Digitalizzato da Google

2.° Alzare dal centro D una perpendicolare D B;

3.° Dividere ognuno degli archi A B e B C in sei parti uguali, e dai punti di divisione tirare delle parallelle al diametro.

4.° Costruire una figura ausiliare, *fig. 6 Tav. VII.* la cui lunghezza è uguale allo sviluppo delle sei parti comprese nell' arco C B;

5.° Ad ognuna delle sei divisioni di questa stessa figura ausiliare tirare le parallelle 1, 3, 4, 5, *6*, sulle quali le dimensioni dal fuso saranno portate come segue.

6.° Si divida l' arco A 1, *fig.* 5, in due parti uguali, e dal punto di divisione si tiri il raggio I D; poi tutti i raggi delle parallelle G 5, H 4 I 3, K 2 L 1, saranno condotti dal punto D come centro per descrivere tutti gli archi di riduzione, 5, 4, 3, 2, 1.

7.° Si prenderà la misura di tutti questi archi di riduzione, che si porterà per ordine sopra la figura ausiliare; cioè l'arco 5 sarà portato sulla paralella *6*, per avere i due punti del fuso sopra questa parallella; l'arco 4 portato sopra la parale-

Digitalizzato da Google

lella 4, e così in seguito; ciò che determina i sei punti di ciascun lato della linea, che servono a disegnare il fuso.

Si prenderà un modello in carta o in cartone sopra questa dimensione, che servirà di regola per tagliare il taffetà o la tela destinata a formare il Globo.

Descrizione del galletto rappresentato nella Tavola prima.

La figura 1 Tavola 1. offre il pezzo verticale del galletto; A è il cilindro vuoto, sul quale si piantava il bucciuolo del Pallone. Questo cilindro era tenuto dal collo B C.

La scatola P è riempiuta da un cono accomodato in modo di ritener l'aria. Questo cono interno ha un buco perpendicolare al suo asse, destinato a far passare l'aria dalla parte inferiore del galletto alla superiore; comunicazione, che s'intercetta a piacere girando la chiavetta L, ch'entra in un buco quadratto rappresentato nella fig. 2.

Fig. 3 è il medesimo galletto veduto in prospetto. Gli anelli 1, 2, 3, servivano a ri-

Digitalizzato da Google

a ritenere il Globo con corde in caso di non voler abbandonarlo.

Fig. 4 è il piano del collo B C.

Fig. 5 rappreenta il galletto montato colla sua legatura al Globo.

La placa veduta in prospetto fig. 6, ed in profilo fig. 7 era situata alla parte superiore del Globo col mezzo di quattro viti, ch' entravano in un' altra placa interna. I due anelli, che vi si veggono, servivano a sostenere il Globo, mediante una corda, che scorrendo in una girella attaccata ad un' altra corda traversale, permetteva di abbassare e rialzare il Globo a piacere, quando si stava empiendolo. Il cilindro situato tra i due anelli era destinato a ricevere una punta di metallo in caso di fare dell' esperienze relative alla elettricità.

Descrizione della Cassa per l' aria infiammabile rappresentata nella Tav. II.

Questa Tavola rappresenta la incisione della Macchina immaginata dai Sig. Robert per isviluppare prontamente una grande quantità d' aria infiammabile; ma l' espe-

Digitalizzato da Google

esperienza avendo dimostrata l'insufficienza di questo apparecchio, non lo faccio quì conoscere, se non perchè n' era fatta la incisione prima di farne uso. Lo aveva io per verità trovato molto complicato, ma venendo assicurato della riuscita l'ho fatto incidere.

Questo apparecchio potrebbe dare a qualche meccanico l'idea di farne un' applicazione più felice o semplificandolo o facendovi de' cambiamenti vantaggiosi.

Le cinque cassettine, di cui questa Macchina è composta, erano foderati di piombo per evitare che venissero offesi dall' acido vitriuolico; ma erano troppo pesanti e difficili da maneggiarsi.

Queste cassettine essendo piene di limatura e di acido vitriuolico, erano chiuse sul fatto, e s' interrompeva ogni comunicazione con l' aria esteriore mercè un' incastro, di cui l'intaglio dà la rappresentazione.

Aveasi la facilità d' interrompere la comunicazione da un casettino all' altro col mezzo d' un anello, che faceva girare a piacere un asse, che chiudeva o apriva il passaggio all'aria.

Il

Digitalizzato da Google

Il gaz infiammabile essendo pervenuto all' alto dell' apparecchio, v' incontrava un sifone di piombo con larga apertura e pieno di acqua; l' aria, facendosi strada dov' era minore la resistenza, doveva traversar l' acqua, e di là pel cilindro esteriore, che vedesi sulla cassa, ch' era di vetro, trasferirsi nel galletto aderente, e di là nel Globo. Erasi costruito il cilindro esteriore di vetro, per avere la facilità di vedere, quando l' aria saliva, o quando cessava di svilupparsi.

Ma questa Macchina, che al primo aspetto era molto ingegnosa, provò grandi inconvenienti; i casettini non erano abbastanza profondi, il calore e la umidità danneggiavano il legno, l' aria infiammabile non poteva vincere la colonna d' acqua; onde bisognò rinunziare all' apparecchio.

F I N E.

Digitalizzato da Google

SUPPLEMENTO

Era quest'Opera già stampata, ed in procinto di esser divulgata, quando fu eseguita l'esperienza, che s'era progettata al Campo di Caccia, della qual' esperienza, memorabile per sempre, siam debitori al zelo della Duchessa di Polignac, Governatrice degl'Infanti di Francia.

Porgo volentieri al Pubblico il Processo-verbale, formato nel Castello del Campo di Caccia; riservandomi a descrivere nel volume di supplemento le circostanze tutte di tal fatto. Questa esperienza fu eseguita colla Macchina aerostatica rappresentata nella Figura VIII.

Processo-verbale formato nel Castello del Campo di Caccia sull' esperimento della Macchina aerostatica del Sig. di Montgolfier.

In questo dì 21 Novembre 1783, nel Castello del Campo di Caccia, si è fatto un esperimento della Macchina aerostatica del Sig. di Montgolfier.

Il

Digitalizzato da Google

Il Cielo essendo, per molte parti, coperto da nuvole, per alcune altre parti chiaro, ed il vento spirante da Nord-Ovest.

Ad otto minuti dopo il mezzodì si sparò un mortaletto per annunziare che cominciavasi ad empir la Macchina. In otto minuti, non ostante il vento, essa fu sviluppata, gonfia e stesa in tutta la sua circonferenza, ed in punto per partire: il Sig. Marchese d'Arlandes ed il Sig. Pilatro di Rozier erano montati nella barchetta. L'intenzion era di lasciar inalzare la Macchina, ritenendola però con delle corde, ad oggetto di metterla alla prova; di studiare il peso preciso, che poteva portare, ed osservar se tutto fosse disposto a dovere per l'importante esperienza, che volevasi tentare.

Ma la Macchina spinta dal vento, in cambio di alzarsi verticalmente, si è piegata sopra d'un viale del giardino: le corde, che rattenevanla, agendo con troppo di forza, vi cagionarono molte rotture, una specialmente lunga sei piedi. Ritirata la Macchina sulla strada, fu restaurata in meno di due ore.

Empiuta di nuovo, partì a un' ora e 54 mi-

Digitalizzato da Google

minuti, e seco portando i sopraddetti Signori, fu veduta elevarsi in modo il più maestoso. Quand'essa pervenne all'altezza di circa 250 piedi, quegl' intrepidi viaggiatori salutarono, abbassando il capello, gli spettatori, i quali tutti commossi furono allora da doppio sentimento di ammirazione e di timore.

I navigatori aerei ben presto si perdettero di vista. Ma la Macchina restò sempre visibile, fin dall' altezza di sopra tre mila piedi; a cui, librandosi per l'aria, e presentando agli osservatori una bellissima comparsa, si è elevata. Essa traversò la Senna di là dallo steccato della Conferenza, ed indi passando tra la Scuola Militare e l'Ospital degl' Invalidi, fu in caso d'esser veduta da tutto Parigi.

I viaggiatori soddisfatti di tale sperimento, divisarono di non far un più lungo corso, e cominciaron a calarsi. Accortisi poscia che il vento portavali sulle case della strada di *Sève* , F. 5 G.; con tutta presenza di spirito svilupparono del nuovo gaz, si alzarono di nuovo, e continuarono il loro aereo viaggio, finchè trapassarono Parigi.

Di-

Digitalizzato da Google

Discesero allora tranquillamente nella campagna, al di là del baluardo nuovo, rimpetto al molino di *Croulebarbe*, senz' aver sentito il menomo incomodo, avendo ancora in barchetta due terzi delle loro provvigioni. Potevano adunque, se lo avessero voluto, percorrere uno spazio triplice di quello, che hanno corso. La loro strada è stata di 4 in 5000 pertiche, ed il tempo, che vi hanno impiegato, di 20 in 25 minuti.

Questa Macchina aveva 70 piedi d' altezza e 46 di diametro. Conteneva 60000 piedi cubici, ed il peso, che sollevava, era di circa 1700 libbre.

Dato nel Castello del Campo di Caccia, a cinque ore della sera.

Sottoscritti: Il Duca di Polignac; Il Duca di Guines; Il Conte di Polastron; Il Conte di Vaudreuil; d' Hunaud: Benjamino Franklin, Faujas de Saint-Fond, Delisle, Leroy dell' Accademia delle Scienze.

Digitalizzato da Google

Fig. 1.

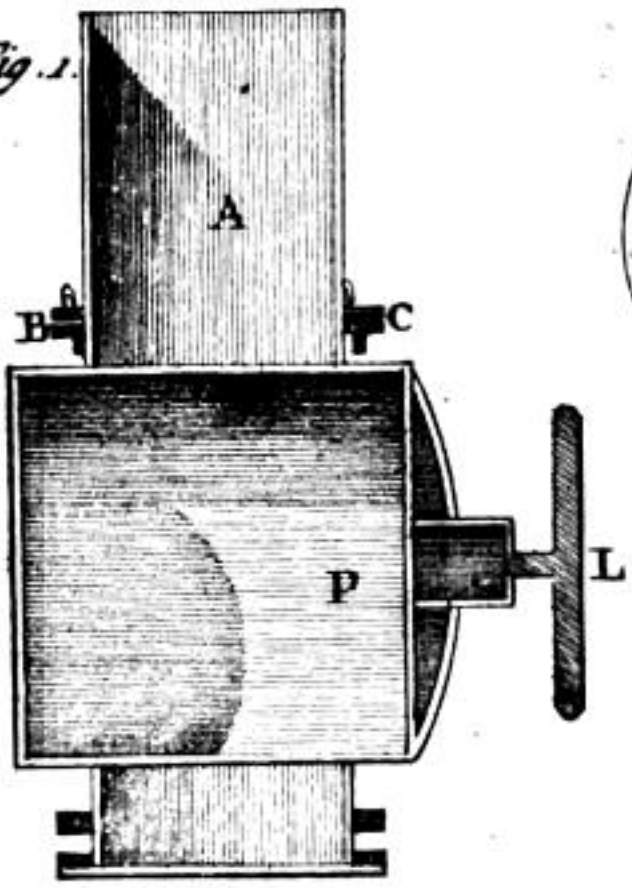
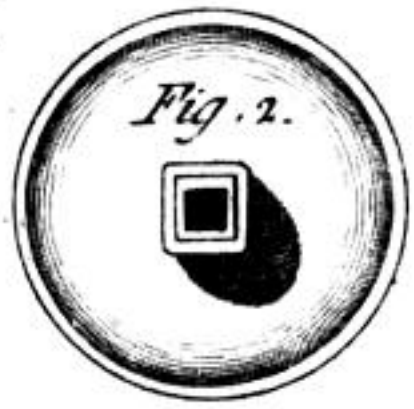


Fig. 2.



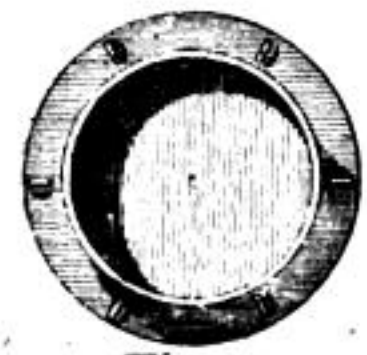


Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 7.

Fig. 6.

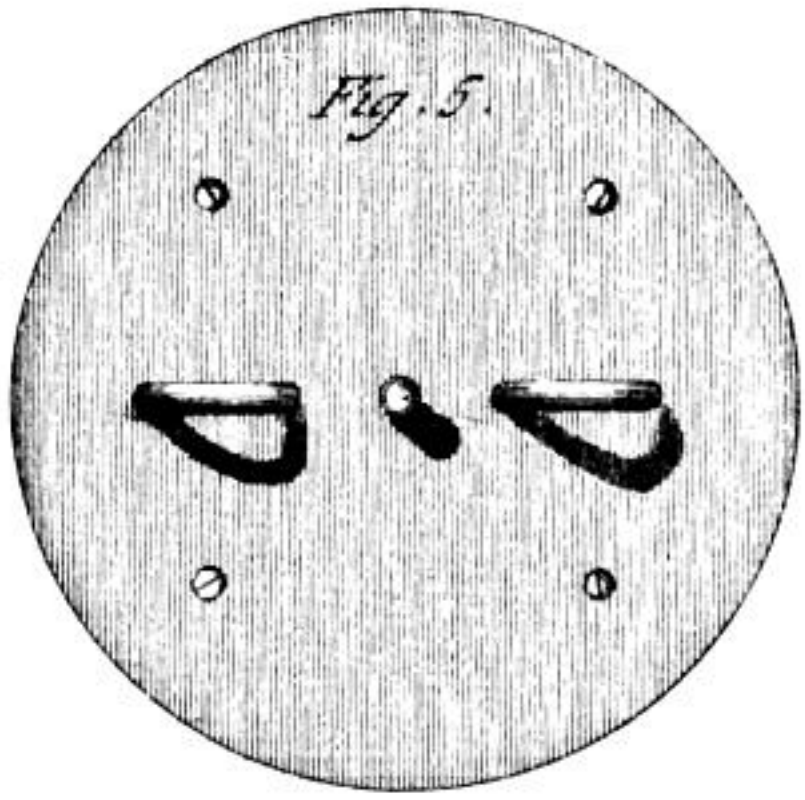
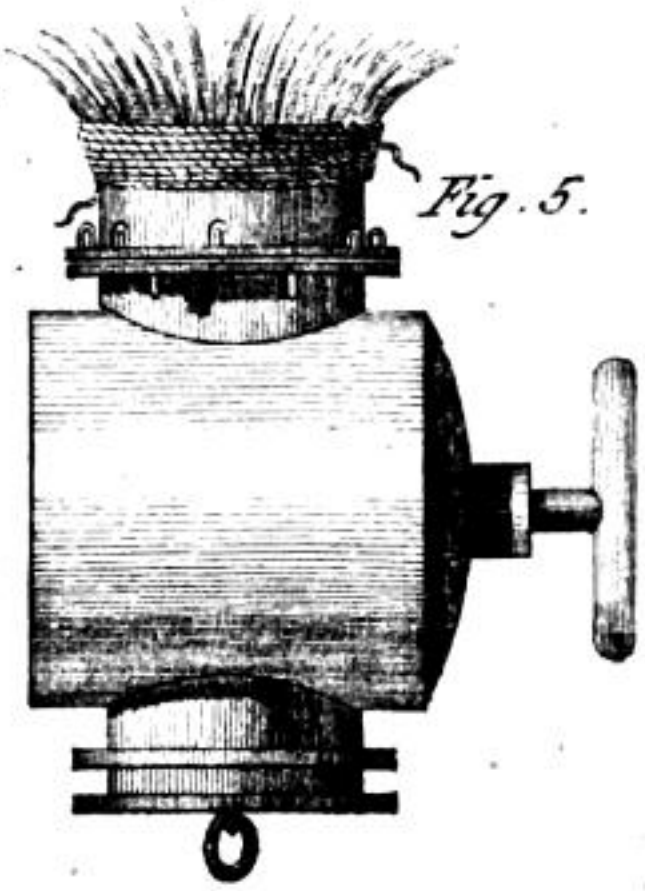
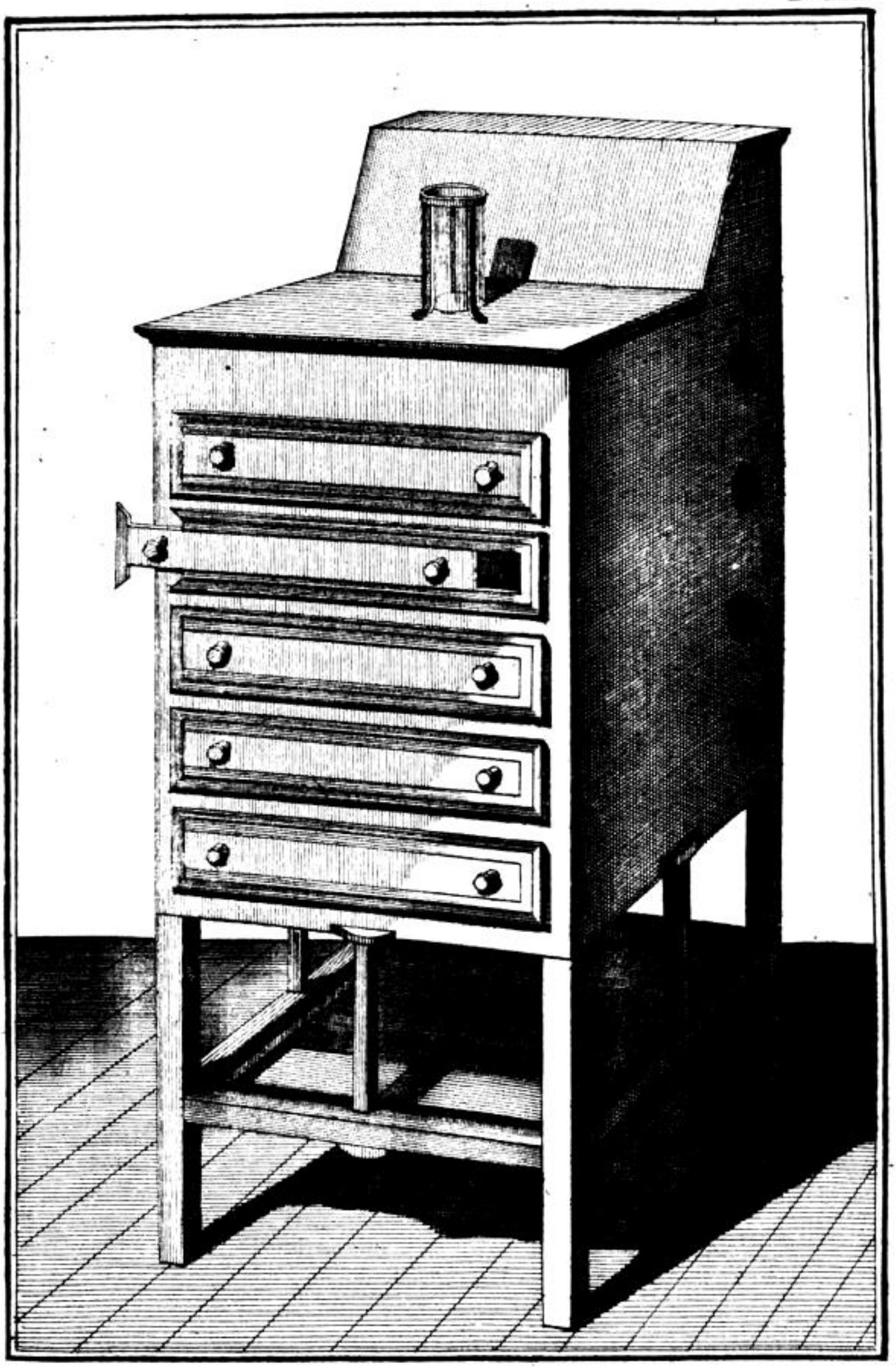


Fig. 5.



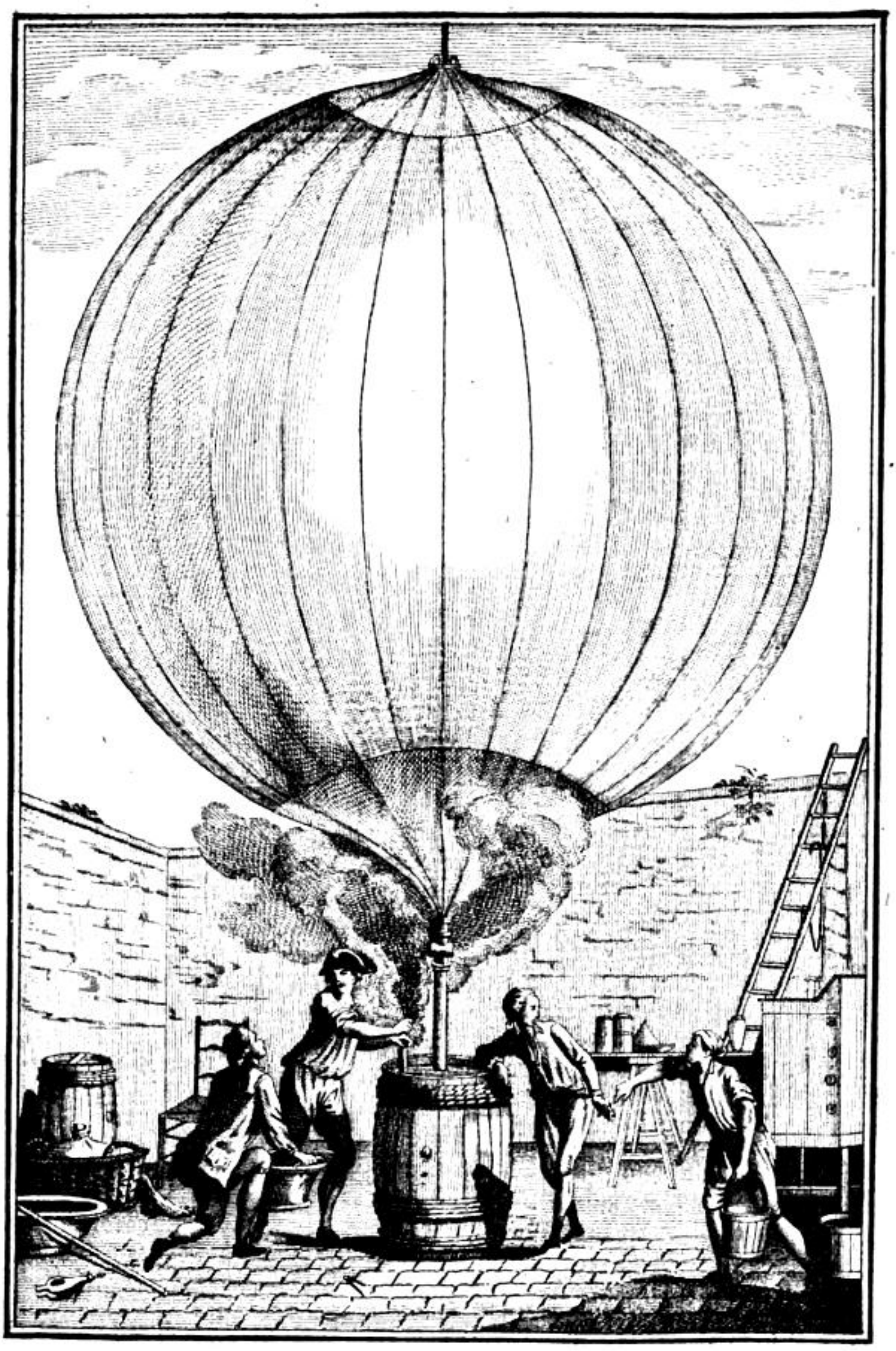
Scala di 1 2 3 4 5 6 polici

Digitalizzato da Google



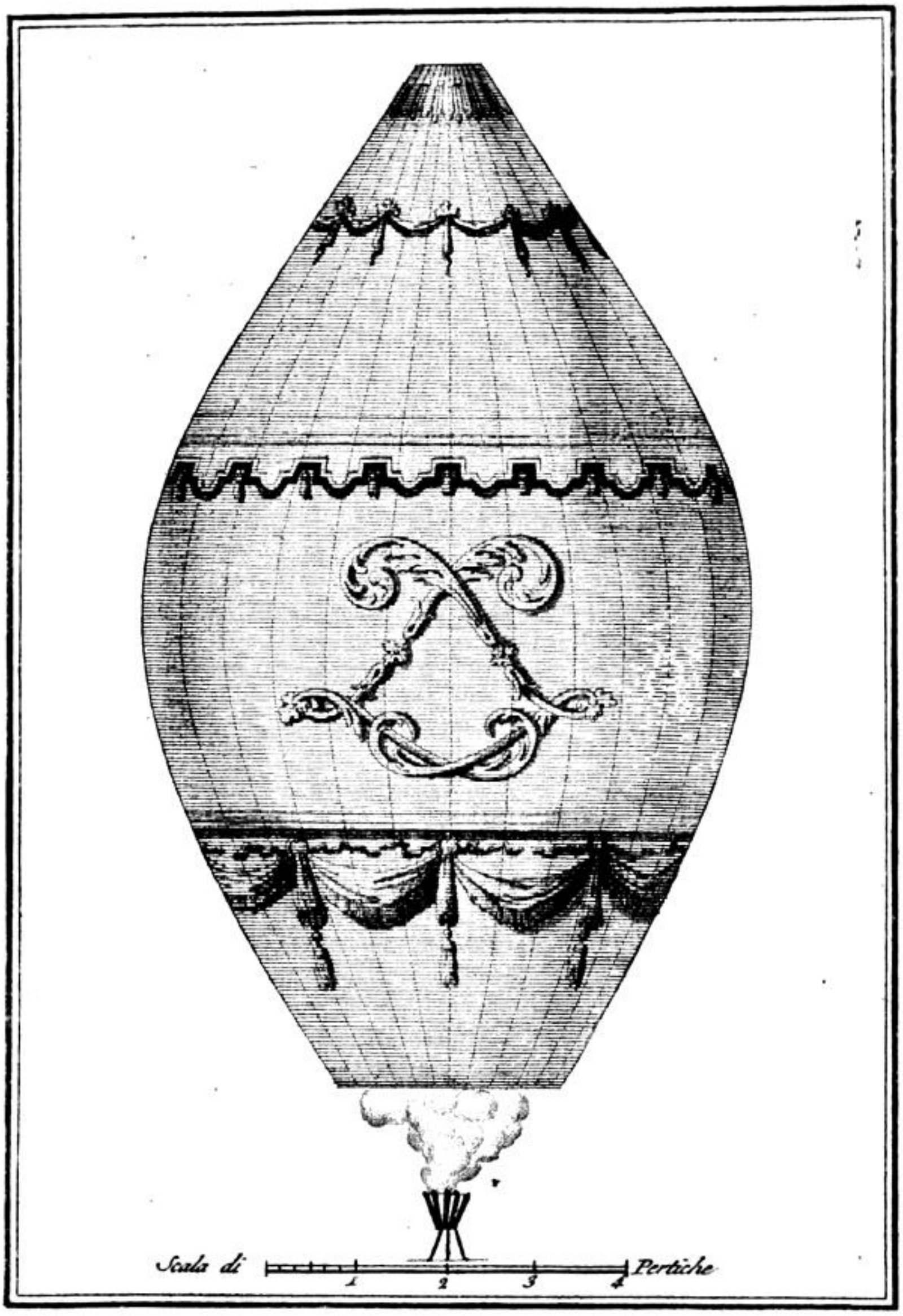
Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google



Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

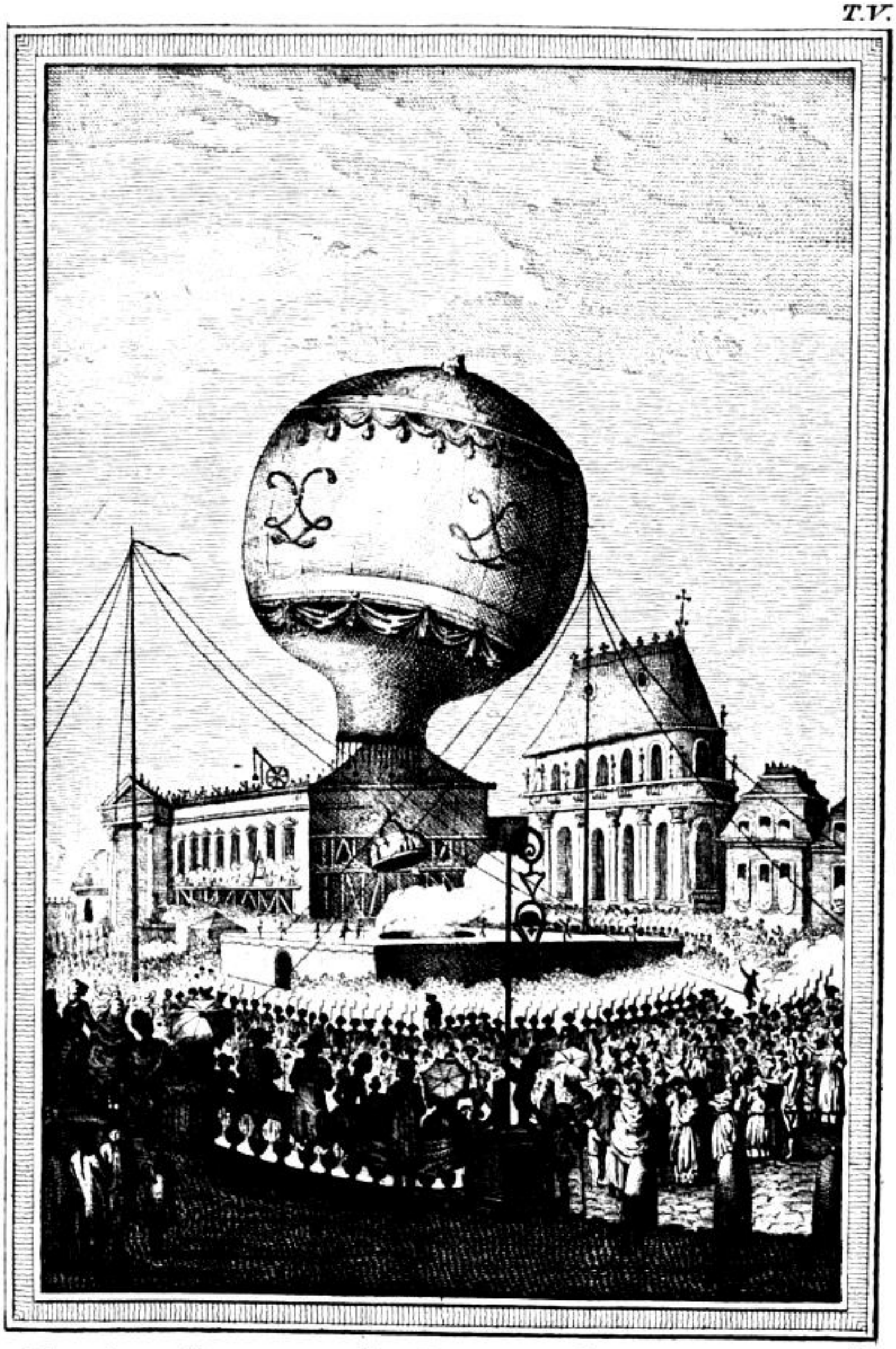


MACHINA AEROSTATICA

del Sig.r Montgolfier, fabbricata nel Giardino del Sig.r Reveillon, in contrada di Montreuil Borgo S Antonio, a spese dell'Accademia Reale delle Scienze.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google



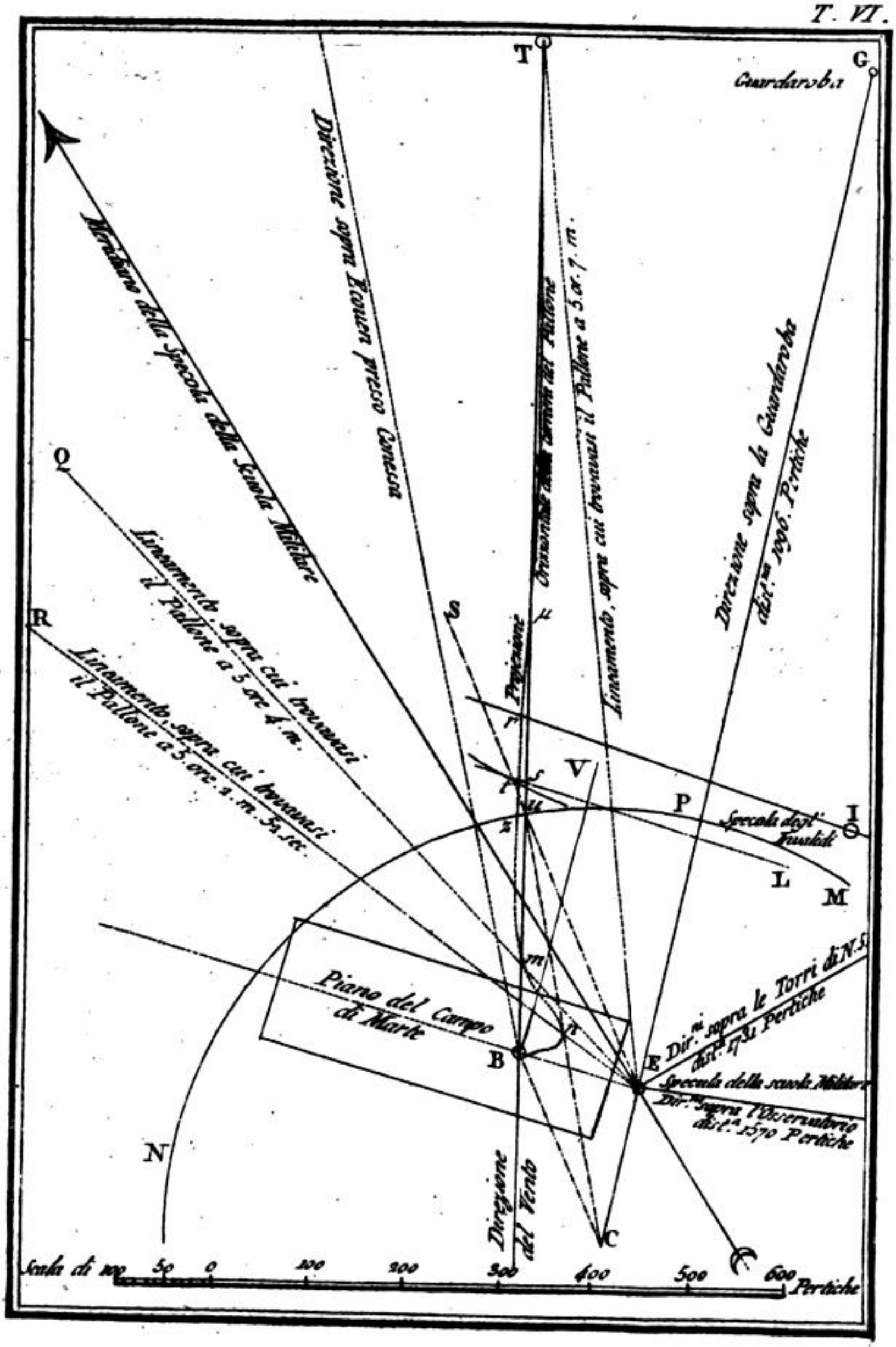
Esperienza fatta in Versaglies, alla presenza delle loro Maestà e della Famiglia Reale, dal Sig.r Montgolfier, li 19 Settem. 1783.

La Macchina Aerostatica aveva 57 piedi di altezza sopra 41 di diametro.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

T. VI.



Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

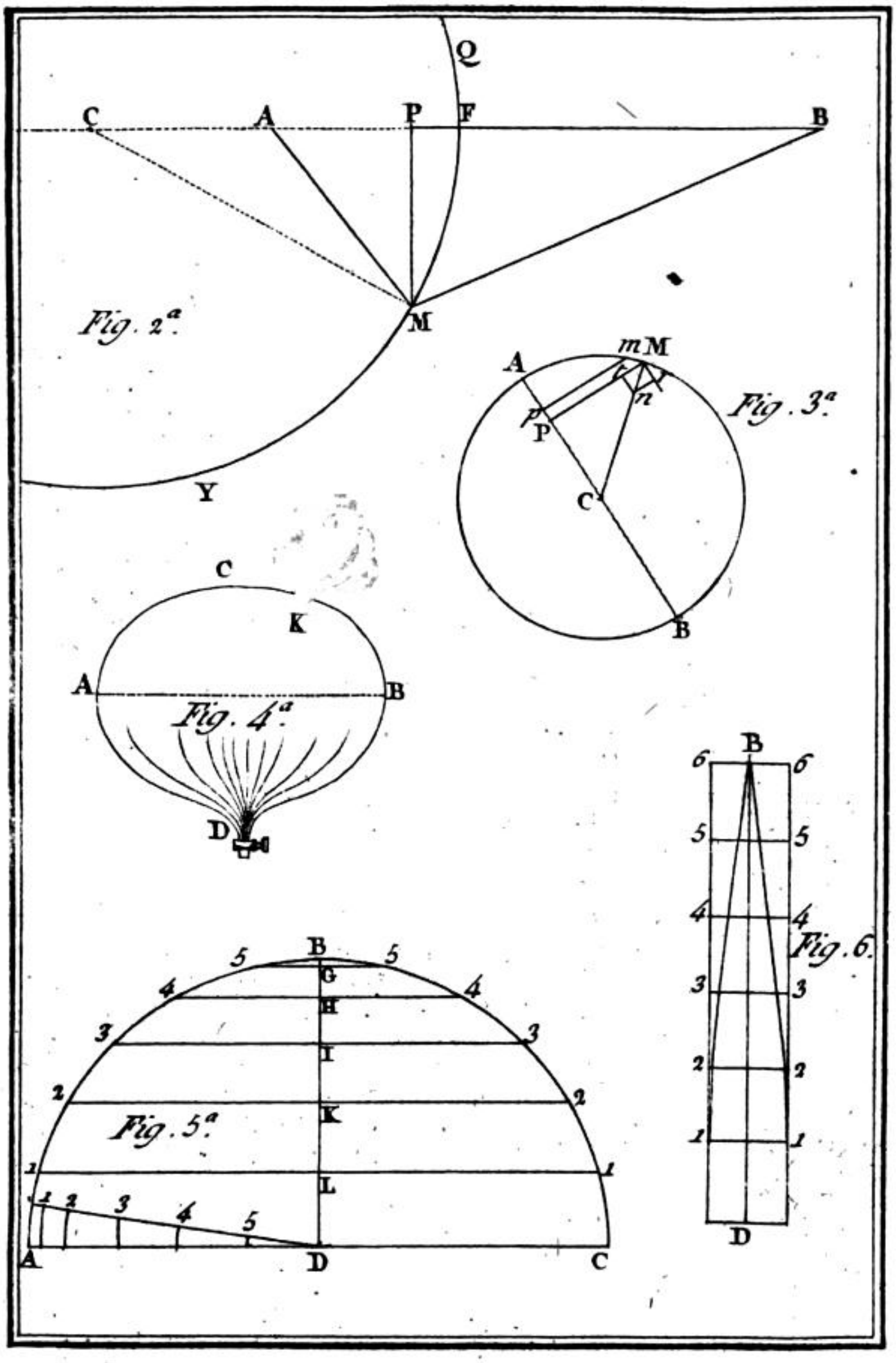


Fig. 2ª.

Fig. 3ª.

Fig. 4ª.

Fig. 5ª.

Fig. 6.

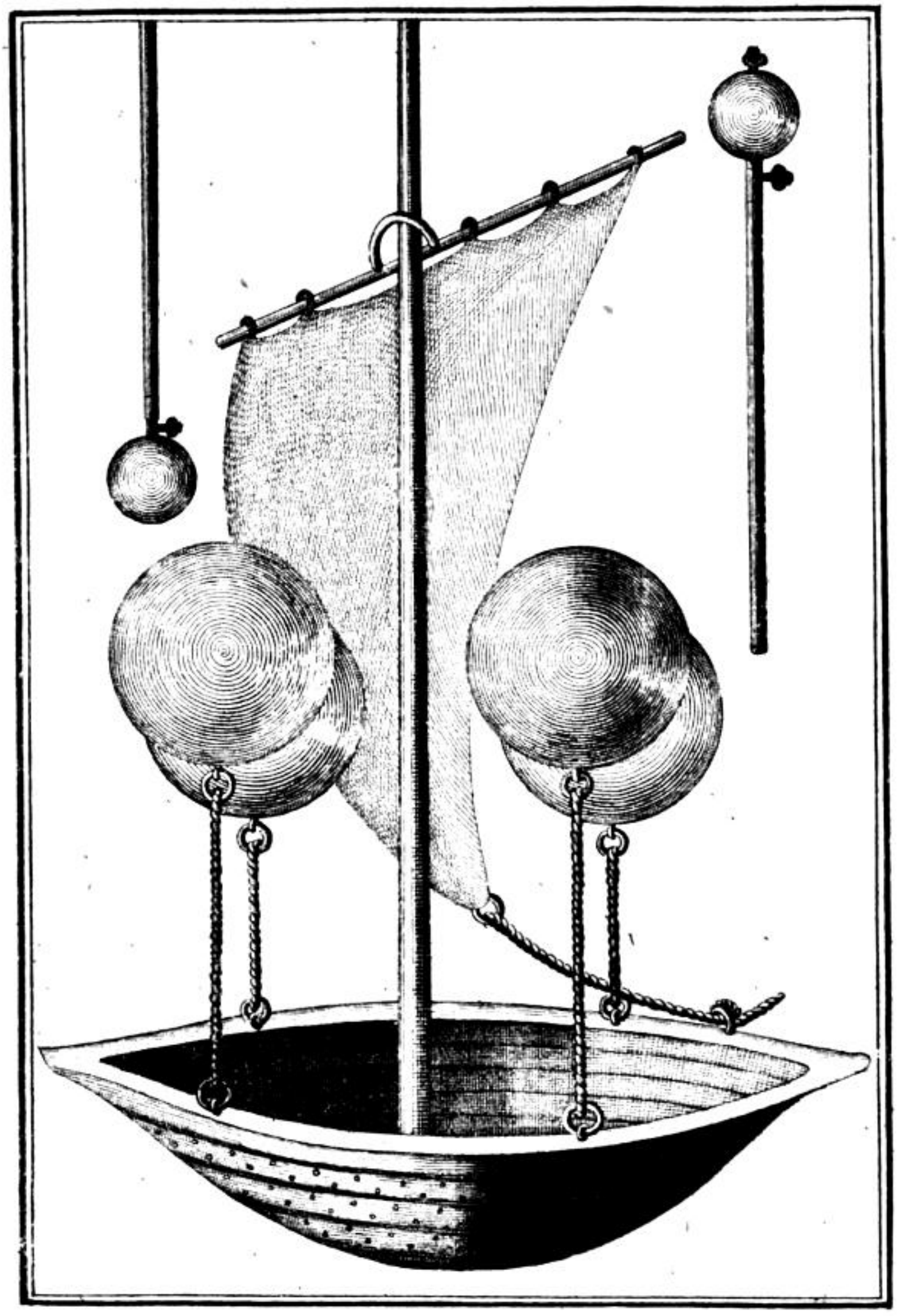
Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Macchina Aerostatica alta 70 Piedi, e di 46 di Diametro, che si é alzata a Parigi con due Uomini all'altezza di 324 Piedi li 19 Ottobre 1783.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google



NAUICELLO VOLANTE
Copiato da quello del Gesuita Lana.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

0057860 80

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google