# MEMORIA

INTORNO

ALLE MAPPE, E ALLA SFERA DI RIDUZIONE PER L'ARTE NAVIGATORIA.

Del Sig. CAVALIERE LORGNA.

## CAPITOLO PRIMO

Della Lossodromia, e delle Carte di Riduzione.

6. I.

T 'Arte Navigatoria è quella parte della Scienza Navale, sche infegna a viaggiar ful mare con un vafcello , ben diftuta dall'altre che la costruzione del vascello riguardano, e il maneggio del vascello nel navigare. Nel cammino obbliquo, ove non si tratta di correre nè secondo un meridiano , nè per un parallelo, il mezzo facile e più di tutti ficuro che s'è offerto agli uomini , è stato ed è quello di proceder sempre per un dato angolo di direzione da farti co'meridiani fucceffivi , cioè con la direzione de' meridiani mostrata dall' ago calamitato. La traccia pertanto del vascello sul mare segante fotto un angolo costante i meridiani terrestri è stata detta Lossodromia; e tutta l' arte del navigare versa intorno agli accidenti, e alle condizioni varie di questa linea, secondo ch' è supposta descritta sulla Terra sferica, o non isserica in confeguenza dello schiacciamento che il nostro globo mostra di avere ai poli . E come , per effere la figura filica della Terra, indipendentemente da qualunque ipoteii, totalmente indeterminata, è stato preso il partito di ricorrere a curva di rivoluzione, e di adottare in ispecialità nel supposto della Terra non isferica, l'ellisse conica familiare, e non molto Tem. V.

discordante dal circolo; così altri hanno insegnato a dirigere la navigazione fu la Terra sferica, come Mercator, Wright, Wallis . Perks ecc. , ed altri full' ellissoidica . come Waiz , Murdoch , Maupertuis ecc. Il Sig. di Calufo Ita pur tutt' ora occupato intorno alla navigazione full elliffoide, del che avremo frutto quanto prima nelle Memorie dell' Accademia Reale di Torino alla virtù proporzionato di questo illustre Geometra Italiano. E certamente mal conoscerebbe l' indole delle curve chi da sè non vedesse, che tutt' altra deve e sere la linea losfodromica su la sfera da quella sull'ellissoide. Cade però qui in acconcio di fare una riflessione intorno a queste due ipotesi, che mi pare non ancora avvertita. Si faccia buono un divario fentibile dall' una all'altra ne' rifultamenti per una navigazione, come lo vuole il Maupertuis (Mem. dell' Acc. R. di Parigi del 1744 pag. 466.). A me fembra che questo divario, quand' anche fosse maggiore, non accrediti punto nè poco la seconda sopra la prima senza sare una tacita supposizione, che la figura ellissoidica sia la vera . o almeno che la figura elliffoidica più della sferica fomministri risultamenti prossimi al vero. Ma qual è la norma, quali i limiti del vero in questo argomento, se non si fupponga noto ciò ch' è in questione ? Qual potrebbe essere la navigazione loffodromica tanto accertata, con cui poteffero le due ipoteii, come a pietra di paragone, confrontarii? Ciò non deroga per alcun modo al merito di tante preziofe ricerche, di tante misure di gradi, e di lunghezze del pendolo in diverse parti della Terra. Elle ci fanno vedere a chiare note, che intorno alla figura della Terra non è ancora permesso di prendere accertato e stabile partito; ed altro non permettono a' nostri studi fuorche di appropriar per ora alla Terra quella figura, che foddisfaccia a tutte infieme più da vicino, cioè accomodata ai fatti attuali fenza dar luogo a mentali divifamenti.

#### 6. II.

Come però non dobbiamo stancarci giammai di porgere lumi ed ajuto all' arte nautica quant' è in potere di somministrarle la scienza, a cui deve ella tutti i suoi progressi; co-

sì, giacchè non v'è dimostrazione severa che obblighi più all' una che all'altra ipotesi, farà sempre utile e prezioso si guidar l'arte sì nell'una che nell'altra; perchè col fatto, e con la giornaliera esperienza a quella maniera si appiglino i naviganti, che riuscirà loro più licura e comoda di tutte. M'accingo dunque a due cose

I. A persezionare le Carte di Riduzione.

II. A proporre per nuovo foccorfo nell'arte navigatoria

la riduzione della Sfera Artificiale.

E il fo in supposizione della Terra sferica tanto più sicuranente, che vi sono scortato dallo stesio Sig. Bonguer, il quale ad onta della parte, e dell'impego che aveva di conchiudere tra' primi la steroideità della Terra, non estrò di siene si sono Trattato di Navigazione alla pag. 47 parlando della compressione ai poli: On peut aussi e dispenser d'y avoir égard dans la marine, o continuer de considerer la Terre comme un globe parsait.

#### 5. III.

Le carte di riduzione non possono, nè debbono rigorofamente parlando appartenere alla Geografia, non effendo elle destinate a descriverci in piano le parti superficiali della Terra, quatenus quante fint, ma unicamente a fervire all' uso particolare della navigazione. Elle vanno considerate come costruzioni artificiali, come strumenti inventati per rifolvere i queiti del Pilotaggio, se così è permesso di denominare nella nostra lingua l'arte del Pilota . Sublime per verità è stato l'assunto de' Sigg. Euler (Atti dell'Acc. Imp. di Pietroburgo 1777), e la Grange (Mem. dell' Acc. R. di Berlino 1770) di prendere in un ampio fenfo la rapprefentazione di una fuperficie sferica fopra di un piano enbendo ful piano i punti della sfera fecondo qual si voglia legge; ond è facile da vederti , che hanno potuto per tal via abbracciare fotto un certo aspetto anche le carte ridotte. Ma l'oggetto non cangia natura per questo. Lodevolissimo per altro è il lavoro di questi grandi Geometri, e l'occasione di disfertare intorno alle varie leggi colle quali possono immaginarsi fatte le rappresentazioni ha dato luogo tra mani sì potenti a molte speculazioni di Analisi sinsisme. Sembra pertanto che la vera carta idrografica , o marina che voglia cursi , in sento geografico non altro debba rappresentare che la Mappa di un'essensione ce che vi sono compresi, in cui non entra essenzialmente la lossodromia del vatcelli che vogliono percorreria. Ma o sieno per qualche verò comprese nella Geografia le carte di riduzione , o debbano esterne escluse , come io credo, avuno riguardo all'uso singolare cui sono destinate; non è possibile di preparare fopra una carta piana costruzione più bella per l'uso della navigazione di queste carte. Un'imperfezione però restrava loro d'introno nel missura in fatto falla carta così le lossodromi, come le così dette miglia di longitudine , o il lato mecodinanico. Una tale imperfezione è totta interamente in questa Memoria.

#### 5. I V.

Ma non altrimenti che m'è sempre paruto strano, che non si fossero per l'innanzi avvisati gli uomini dotti di sbandire dalla Geografia la Prospettiva, e di rappresentare le parti superficiali della Terra, comunque irregolari, appianate fulle Mappe, non difformate, e ritenenti la loro precifa estenfione , che hanno ful globo ; non feppi neppur comprendere perchè, prima di cercare mezzi più composti, non si fosse rintracciato modo di maneggiare fopra un globo artificiale tutta l'arte navigatoria. Così è stato fatto per l'Astronomia, così per la Geografia. La linea lossodromica sarebbe riufcita una spirale com' è di satto; i paralleli, i meridiani farebbero stati come sono sul globo naturale, e così gli angoli lossodromici , quello che debbono essere ; e finalmente l' estensione del mare , i littorali , i porti , le isole ecc. tutto vi farebbe stato situato com'è naturalmente sul globo terracqueo . All' oggetto della Geografia ho cercato di supplire convenevolmente nel mio libro, che ha per titolo Principi di Geografia astronomico-geometrica, presa la rappresentazione delle parti superficiali , qualunque siasi la curva di rotazione generante la figura terrestre, sotto tutt'altro aspetto da quello de prelodat: Geometri . A questo della navigazione mi fo a soddisfare pienamente nella prefente operetta. Nel che mi basfia, che iia ben accolto il deiderio che ho coltivaro di porgere, com'era in mio potere, al Pilotaggio un nuovo foccorfo, quello finalmente ch' effer doveva in ordine anteriore a tutti.

## 6. V.

Mi fo pertanto a premettere alcune nozioni preliminari intorno alla lufforomia, note da gran tempo, le quali accoppiate ad altre meno avveritte, hanno dato luogo al foggetto di quefta Memoria. Siccome però chi dirige il viaggio nelle grandi navigazioni è fempre vertato convenevolmente nell'Arte; così m'aftengo dall'elporre le cofe in via elementre; fuppole nell' uomo intendente tutte lei cognizioni neceffarie che ommetto, col propolito di dire foltanto ciò che ho da dir di nuovo in quefo argomento.

Rapprefenti pertanto (Fig. 7.) PAM la fipperficie della Terra; P il polo; AM l'equatore; P.4, PC, PD ecc. i meridiani, AEFGK la linea lollodromica fegante i meridiani fotto l'angolo costante PAE; IF, HE ecc. gli archi de prallelli corrispondenti alle parti della lolfodromia EF, FG ecc.

Proprierà conofciute di questa linea sono che se sieno i meridiani PA, PC, PD ecc. pochistimo distanti tra di sè, e sieno pur tra sè uguali tutte le distanze de paralleli GI, FH ecc.;

The state of the s

Le parti della lossodromia GF, FE ecc. sono tra di sè uguali.

1 1.

Le lunghezze affolute degli archi de' paralleli IF, HE, ecc. fono pur tra di sè uguali.

in Tarth Co. of un an agree 1.1 Learner da dei meridiano 4.8

Le parti della lossodromia AE, AF, AG ecc. sono tra di sè respettivamente come le latitudini CE, DF, BG ecc.; e le differenze di dette parti loffodromiche come le differenze delle latitudini corrispondenti.

The same of the same and the same

Le lunghezze affolute degli archi GI IF, come pure degli archi FI H3 ecc., e in confeguenza le lunghezze a folute della lattrudine GB, e della fomma delle lunghezze F, HE ecc. detta altrimenti lato mecodinamico, fono tra di sè in coffante ragione del cofono al feno dell'angolo loffodromico ISF, o in del fono tutto alla tangente del medelino angolo.

v

Similmente le lunghezze affolute delle parti GI GF, FH FE, ecc. e però della laritudine GB, e della linea loflodromica GF + FE + EA fono tra di sò in coftante ragione del feno tutto alla fegante dell' angolo loffodromico IGF.

A STATE OF LICENS OF THE PROPERTY OF THE STATE OF THE STA

Nelle lossodromie fatte con diversi rombi , ma costituite tra i medeimi paralleli di latitudine , le disferenze respettiva mente in longitudine sono tra di sè come le tangenti degli angoli lossodromici.

6. V I.

Ecco poi altre proprietà che più da vicino fi attengono all' artifizio delle latitudini crefcenti, e in confeguenza alle carte ridotte.

. The toughtness a Relate (det) it archividat parallell (AFV, 197E .

Se fia y il feno della latitudine u di qualunque punto della Terra G, Gl un archetto elementare du del meridiano PB, dx l'archetto BD dell'equatore compreso tra due meridiani PB, PD infinitumente profilmi , si l'augolo l'offodromizo IGF, GR l'archetto Corrisponderte della foliodromia , FP l'archet-

to del parallelo, poichè 
$$GI = du = \frac{dy}{V(t-y^2)}$$
,  $FI = \frac{dy \tan y}{V(t-y^2)}$ ,  $FI = \frac{dy \tan y}{V(t-y^2)}$ ,  $FI = \frac{dy \tan y}{v}$ 

e integrando (A) ..... 
$$x = \frac{1}{2} \tan g$$
,  $\phi \log \frac{1+y}{1-y}$  completamente.

Abbiamo dunque nel valore di a la mutazione AB in longitudine dal punto d'interfezione della loilodromia A coll' equatore sino al punto B del meridiano che passa per l'origine G della loflodromia. Ma lo fleffo valore non è che l'affoluta lunghezza dell' arco AB in parti del raggio i della stera .

#### I I.

Si chiami de l' archetto IF, e nella carta ridotta l' elemento della latitudine ful meridiano ii dica dz , e dr l'elemento del parallelo corrispondente. Per natura delle carte ridotte deve effere, posti timili gli archetti GI, IF dz: dr = GI: IF = du: dt = 1: cos.u

e però farà 
$$dz = \frac{dr}{\cos u}$$
. Ma  $dr$  deve effere costante nelle car-

te ridotte, e uguale a 
$$du$$
. Dunque  $dz = \frac{du}{\cos u}$ . E perchè

$$du = \frac{dy}{\sqrt{(1-y^2)}} \text{ (art. preced.), e cos. } u = \sqrt{(1-y^2)}, \text{ fara}$$

$$dz = \frac{dy}{1-y}$$
, e  $z = \frac{1}{2}\log \frac{1+y}{1-y}$ , equazione finita e completa della latitudine crefcente.

## one one and one of the others

Pertanto avvicinando questa all' equazione (A) dell'art. I. troviamo pel nostro oggetto della lossodromia, e delle carte ridotte questa prima proprietà

1: tang. 0 = 2:x

cioè che la latitudine crescente sta alla mutazione in longi-

tudine full'equatore come il feno tutto alla tangente dell'angolo lolfodromico. In confeguenza pofta z la latitudine crefcente allorché y=a, x la mutazione in longitudine corzifpondente all'angolo  $\phi$ , z' la latitudine crefcente quando y=b, x' la mutazione in longitudine collo fielfo angolo  $\phi$ , avremo z-z':x-x'=1 i tang.  $\phi$ ;  $\phi$  le fidamente per alte latitudini crefcenti z',z'=x'=1 i tang.  $\phi$ ;  $\phi$  le fidamente per alte latitudini crefcenti z',z'=x'=1 corrispondenti mutazioni di longitudine x'', x'' per altro angolo lolfodromico  $\phi$ , farà z''-z''=x''-x''=1 i tang.  $\phi$ . Onde faranno le differenze di due latitudini crefcenti alle differenze delle mutazioni in longitudine full'equatore per un dato angolo lolfodromico, come il feno tutto alla tangente del meditino angolo.

#### I V.

Ma per proprietà caratterifica della lossodoromia (5. V. art.IV.) la lattitudine naturale Ge filendo al lato mecodinamico, cioà all' aggregato degli archi IF, HE, CA, nella stetia ragione del raggio alla tangente dell'angolo lossodoromico IGF, fara per un dato rombo la latitudine crecécine alla latitudine naturale, cioè lunghezza assoluta dell'una a lunghezza assoluta dell'altra, come la lunghezza della mutazione in longitudine sull'equatore al lato mecodinamico.

#### V.

Pertanto la differenza di due latitudini naturali per un dato rombo fta alla differenza del lati mecodinamici corrifordenti nella ffeffa ragione del feno tutto alla tangente dell'angolo losfodromico. Ma nella fteffa ragione è provato effere ( art. III. ) la differenza  $\mathbf{z} = \mathbf{z}'$  di dette latitudini poste crefenti alla differenza delle mutazioni corrispondenti  $\mathbf{z} = \mathbf{z}'$  in longitudine full'equatore. Dunque per un dato angolo losfodromico farà la differenza delle latitudini crefenti alla differenza delle latitudini naturali , come la differenza delle mutazioni in longitudine full'equatore alla differenza de'lati mecodinamici corrispondenti.

#### V I.

E di movo essendo i tang.  $^{\circ}\phi = z^{\circ}: x^{\circ}$ , farà componendo  $1+\tan g. ^{\circ}\phi: 1= z^{\circ}+x^{\circ}: z^{\circ}$ , coi sec.  $^{\circ}\phi: z^{\circ}+x^{\circ}=1:z^{\circ}$ ,  $e: 1:sc. \phi=z. i/(z^{\circ}+x^{\circ})$ . Ma per proprietà della lolfodromia è il raggio alla secante dell' angolo del rombo  $\phi$ , come la lunghezza dell' arco di atriudine naturale alla lunghezza della fossioni di atriudine naturale alla lunghezza della fossioni di consiste di fino z. x, x, cioè la latriudine crescente, x la muzzione in longitudine, sarà la latriudine crescente, x artificiale, all' iporenus di detto triangolo, come la lunghezza della latriudine naturale alla lunghezza della vera los fossioni di consiste della latriudine naturale alla lunghezza della vera los fossioni di consiste della latriudine naturale alla lunghezza della vera los fossioni di consiste della latriudine naturale alla lunghezza della vera los fossioni di consiste della vera los fossioni di consiste di co

#### with a my of the man of the men of the

E nello ftesso modo di fopra (art. V.) si dimostrerà essere un medeimo angolo losso domico  $\phi$  la diserenza di due la titudini crescenti  $z-z^2$ , alla differenza delle lattudini naturali corrispondenti, come la differenza delle due ipotenuse  $V(z^2+x^2)-V(z^2-x^2)$  alla diserenza delle due lostodromie vere corrispondenti.

## 6. VII.

Con questi dati possono condursi a persezione le carte ridotte assi facilmente, come vedremo. Con molta ragione il Sig. Bouquer vorrebbe, che sulle carte di navigazione non si traccialiero linee nelle particolari risoluzioni de'questri nautici; ma a ben giudicare della così atali questri richieggeno tanto necessariamente costruzioni geometriche, che non pare possibile di assenzione di gimbartare le carte per ben condursi nelle navigazioni, e dal segnar punti col compasso. Increnda carta ridotta con la carta dirografica rappresentante il mare fu cui si naviga, parmi che si potrebbe effettuare l'infinuazione di quel dottissimo umo, e supplire a un tempo alla necessissimi alla diracciar linee su le carte in questo mo-

do . Lasciando intatta la vera carta idrografica la quale indica al Pilota la giusta posizione de' luoghi, che non è tale fu la carta di riduzione, essendo quivi le linee che congiungono due punti le direzioni de' rombi co' quali convien navigare per giugnere dall' uno all' altro, non mai quelle de' cerchi verticali , che li congiungono ful globo , fi preparino a parte le carte ridotte corrispondenti, il cui piano per avventura potrebbe effere di carta pecorina, onde lavorarvi di matita, e tracciarvi fopra le linee proprie de' diversi cati, e cancellarvele a piacere. Una di queste carre sia rappresentata dal parallelogrammo ABCD (Fig. II.) in cui la AB sia o l'equatore, o altro parallelo qualunque, la quale sia divisa in parti eguali rappresentanti ciascheduna, per esempio, una festa parte di grado equatoriale. Sieno poi i meridiani estremi AC, BD, divisi, com' è costume, coll'addizione continua delle secanti di dieci in dieci minuti, facendo uso della Tavola elibitaci dal Sig. Bouguer nel fuo Trattato di navigazione, cui ho creduto bene di porre in calce di questa operetta, oppure adoperando la formula analitica delle latitudini crescenti ( 6. VI. art. II. ) . Queste latitudini crescenti sieno marcate internamente, come mostra la figura. Del lato esterno si faccia scala di parti eguali alle parti della AB, che saranno minuti equatoriali, contraflegnandole di 60 in 60 colla folita marca de' gradi circolari per abbreviamento. Così internamente avremo la fcala delle latitudini crefcenti, esternamente la misura delle differenze in latitudine naturale, del che vedremo l' uso. La superficie del parallelogrammo sarà il piano su cui andranno praticate le costruzioni necessarie nelle rifoluzioni de' Problemi di navigazione ne' mari compreli tra i limiti affunti ; e ciò fia quanto alla costruzione delle carte ridotte. E quanto all' uso per esser breve risolverò di fatto alcuni Problemi, ov'entrino le correzioni a cui danno luogo le cose qui innanzi dimostrate, e facciano fede della perfezione a cui si conduce la teoria e la pratica di quelle carte : nel che fare affumeremo pertiche parigine 950 per la lunghezza di un minuto equatoriale, che fuol pure denominarii miglio marino, e però la fcala esterna, che abbiamo detto di minuti equatoriali nella carta ridotta qui fopra , farà pure fcala di miglia marine , onde agevolmente fl potrà patfare dai gradi alle miglia, e viceverfa.

T

Data fulla carta idrografica la latitudine e longitudine di due punti di partenza, e di arrivo di un vafcello, trovare le miglia marine di longitudine, o il valore migliare del latomecodinamico col mezzo della noftra Rabelta ridosta Fiss. II.)

Sieno le occulte FG, HF i meridiani che paffano qe' punti dati, e le LM, NP i refipettivi paralleli di latitudine crefcente, e però regolati fu la feala interna della Tabella; e fia Q il punto di partenza; R l'arrivo del vafcello. Si congiunga QR, e fopra la feala efferna de 'miunti equatoriali o miglia tmarine 'AC fi trovi da S' verfo C la differenza 'JT delle latitudini naturali de' punti QR, e fi conduca per T il parallelo TX, fegante il meridiano FG in V, e la QR in X. Si mifuri la VX fu la medeima feala efferna AC, e le miglia marine rifultanti per VX cofitipiranno la lunghezza vera del lato mecodinamico della propofia navigazione.

Imperciocchè effendo ZZ la differenza delle latitudini crefeenti de punti Q R. ZR la muzzione in longitudine equatoriale., ZQR l'angolo loffodromico della navigazione, e QV la differenza delle latitudini naturali per cottruzione, e per la timilitudine de triangoli ZQR VZX effendo

QZ:QV=ZR:VX

farà (§. VI. art. IV.) VX il vero lato mecodinamico, e le miglia rifultanti faranno le miglia di longitudine dimandate.

## g. VIII.

Sia ABCD' (Fig. III.) la carta ridotta al modo ordinatio,  $\mathcal{D}$  R' il itto de 'punti dati,  $Z\mathcal{D}R'$  l'angolo lofiodromico. La fomma ab+cd+ecc, è il lato mecodinamico artificiale, di cui fi cerca la rettificazione. Due modi fogliono adoperati i. Si fanno delle parti di lattudine crefectore  $fg^*$ ,  $g^*$ , sec. altrettante fale ciafcheduna di egual numero di particelle rapprefentanti miglia glghe ecc. fecondo la divijione

fatta, e fi applica ab alla feala ff, ed alla feala gb ecc, e fi determina la lunghezza di cialchedun lato a parte a parte rettificata in questo modo. Questo lavoro diventa bene spesio impraticabile nel caso che piccola sia la distenza in latitudine de punti dati, incerto poi sempre e fallace nel passaggio da una ad altra feala. Veggasene un esempio nel Probl. IV. Lib. II. Cap. VI. del Trattato di Navigazione del Sig. Bouguer. Li altro modo è quello di prendere un parallelo medio: modo rigorosamente inefatto. Tutte queste difficoltà ed incertezze s'vaniscono per la correzione nostra indicata qui sopra, con cui alla facilità è accoppiata l'elattezza geometrica tanto preziosa nella navigazione.

#### II.

Dati i medefimi elementi del Problema precedente, trovare la lunghezza del viaggio lossodromico.

Fatta la medelima coftruzione fu la Tabella ridotta (Fig. II.) come qui innanzi ,  $\mathbb{R}R$  fatà la linea loffodromica, che il metodo fomminifitra; ma ella è crefcente per le cofe dimoftrate antecedentemente. Si determini dunque como fopra la differenza Tf delle due latitudini naturali de punti dati  $\mathbb{R}R$  fopra la Icala efferna IC, e il conduca il paralelo TX. La linea  $\mathbb{R}R$  fara la vera loffodromica, la quale mifurata fu la feala efferna IC, darà in miglia marine la lunphezza del viaggio loffodromica dimandata.

Inperciocchè effendo Z2R l'angolo lossodromico della navigazione, ZZ la disferenza delle latitudini crescenti de' punti Z R, ZV la disferenza delle latitudini naturali per costruzione, sarà (§. VI. art. VI.) ZX la vera lossodromia

della proposta navigazione.

## 6. I X.

Sin da' primi tempi dell' invenzione delle carte ridotte non fu per avventura chi non conofcelle non effere altrimenti  $\Re R (Fig. H.)$  la vera lunghezza del viaggio losfodromico. Quindi s' inventò il modo di rettificarla col mifurare la parte 20 (Fig. III.) fu la feala 2 a del meridiano AC, la parte bá fu la Icala be, oppure fá, e così fuccefivamente. Talchè per far comprendere l'indole di questo lavoro destinato a retrificare la lossodierare la carta ridorta come un'unione di carte piatte disferenti foprapposte l'una all'altra, e che non hanno la medeinian feala. Ma non può negarsi che non sia incomoda, disettosa, e fallacissima e cati considerati a 5. VIII. questa retrificazione. E perchè risolti mesigio la necessità di purgare da quello diettro la pratica navigatoria risolveremo il seguente Problema, ch' è forse uno de' più situali.

#### III.

Dato il punto di partenza, si dimanda la longitudine e la la titudine del punto di arrivo attuale, sia poi quesso silla mare, o in terra ovve sia pervenuto il vascello, essendo conosciute le miglia scorse con un dato e costante rombo.

Sia Q nella Tabella ridotta (Fig. II.) il punto di partenza di cui è nota la longitudine e la latitudine dalla carta idrografica. Al meridiano FG che passa per Q ii costituisca all' istesso punto Q l'angolo del rombo tenuto ZQY. Dalla scala esterna AC de' minuti o delle miglia marine si applichino sopra l' indefinita QY le miglia corse nel viaggio fatto, e sia QX la lunghezza risultante. Si conduca perpendicolare al meridiano dal punto X la XV. Sarà per le cose dimostrate OV la disferenza in latitudine vera tra il punto dato e quello dell' arrivo , la quale mifurata fu la fcala fomministrerà in miglia marine, e però in gradi e minuti l' intera latitudine cercata. Trovata la latitudine naturale del punto di arrivo, ti cerchi la latitudine crescente che le corrisponde, e però dalla scala interna la differenza QZ per rispetto alla crescente del punto Q. Condotta una perpendicolare al meridiano in Z la quale feghi la QI in R, farà RZ la mutazione in longitudine, e però si avrà la longitudine dimandata del punto di arrivo. Potrà pertanto segnarsi

fu la carta idrografica il punto della Terra ove attualmente fi trova il vascello.

# del la compañ ago de a g.o. X. colobral excessiva a man

describer arrange during relations Veggiamo di questo Problema nelle carte comuni di riduzione (Fig. III.). Effendo Q' il punto di partenza, fi coffituifca l' angolo Z'QT' uguale all' angolo loffodromico dato. La lunghezza del viaggio fatto si distribuisca sopra l' indefinita QT' per parti crescenti secondo le parti aQ', bc, ecc. del meridiano, cioè fecondo le fcale delle medenine parti, onde riesca ingrandita e crescente, e sia R' il punto ove termina questa distribuzione. Si conduca per R' il parallelo Rh segante in Z' il meridiano che passa pel punto Q'. Sarà R'Z' la mutazione dimandata in longitudine, e Q'Z' la differenza in latitudine crescente, onde si ricaverà e la longitudine totale e la latitudine del punto di arrivo. Quanto imperfetta e fallace ne' paffaggi particolarmente da una fcala all' altra riefca la determinazione, e conversione della lossodromia data in parti crescenti, onde dipende la definizione de' due elementi ricercati, il vede ognuno da sè, cui fiano familiari queste pratiche di navigazione. Che se D'R' folleti affunta uguale alla loffodromia data, come si sa per alcuni nelle carte piatte, RZ non farebbe altrimenti la mutazione in longitudine . ma il lato mecodinamico . com'è manifesto dalle cose dimostrate. the contract of the production of the contract or and

## along the this a value of g. X I. to position the or took

Sempre più chiaramente apparifee, che non potendo maneggiarii i queiri dell' Arre fenza tentativi fu la carta, e moltiplicità di linee, non poffiamo rinunciare al far coffuzioni geometriche fenza esporci a pericoli e inconvenienti gravifimi. E però non fembra mal fondato l' avere preparata, nel modo che ho ininuato, per le navigazioni la carta ridotta, fenza indicazioni di paeli e fenza linee nel ripieno, a guifa di tabella rafa, onde farvi sopra tutte le operazioni lineari che occorrono, cancellarle, e riformarine di nuove secondo il bisogno. La carta tirografica ella fi è, che dee contenere i luoghi nella loro giufta polizione , e fopra di effia debbono fegnarii le lituazioni del vateello in corlo, i fuoi arrivi , fecondo che rifulta dalle operazioni fatte fu la Tabella di riduzione. Sopra di che non è meftieri che più oltre ci trattenghiamo.

## CAPITOLO SECONDO

Della Sfera di viduzione.

## 5. XIL only

N Obiliffima invenzione è quella delle latitudini crefcenti per la costruzione che abbiamo veduto de Problemi di navigazione, e tanto più in presente, che si sono corrette e tolte via le incertezze procedenti dal misurare per parti fopra una moltitudine di scale le miglia di longitudine, e le lossodromie. Ma questa invenzione non ha prodotto che le carte di riduzione, e conteneva pur nel fuo feno anche la riduzione della siera artificiale per tutti gli usi dell'arte navigatoria: riduzione più naturale che non fono le carte, tutto riuscendo su la sfera, com' è precisamente sul globo terracqueo , meridiani , paralleli ecc. e la lossodromia in quella steffa linea spirale , ch' è tracciata dal vascello su la superficie del mare. Questa è la riduzione che or mi propongo di mettere in luce. Come per descrivere le varie estensioni terrestri è riuscito di trovar modo, onde averle in piano della stessa area che occupano su la faccia della Terra co' meridiani concorrenti al polo ; così apparirà qui il modo di navigare non già su' disegni piani ma sì bene sopra lo stesso globo col mezzo di una sfera artificiale, anzi di un emisfero, fe un' intera sfera di due in tre piedi di raggio fosle incomoda ne' vascelli.

# All Man in a g. XIII.

Facciamo pertanto attenzione primamente alla condizione de piccoli archetti AC, EH, FI, GL ecc. (Fig. I.) o parti del lato mecodinamico. E certo, che per natura della los-

fodromia AFFGK debbono rutti avere una stessa determinata lunghezza. Ma appartenendo ciascun di loro ad altro ed altro parallelo , l'isoperimetria importa necessariamente , che ciascheduno sia dotato d'altro ed altro numero di gradi. Ciò era notiffimo fin da quando prese ad investigarti la curva che fega tutti i meridiani della Terra fotto un medelimo costante angolo come fa la lossodromia. Ma di qua per appunto moveremo per inoltrarci nel nostro argomento. E' dunque cola evidente, che gli archi di longitudine, corrispondenti a dette parti mecodinamiche full' equatore, faranno difeguali cioè d'altro e d'altro numero di gradi. Ma perchè dette parti fieno tra di sè uguali , bifogna che crefcano in gradi nella stessa proporzione con cui i raggi respettivi decrescono, cioè come decrescono, allontanandoti dall' equatore, i coseni delle respettive latitudini . Dunque gli archi respettivamente fimili full'equatore debbono crescere nella medelima proporzione, ch' è quanto dire, nella proporzione con cui crescono le secanti di dette latitudini.

#### s. XIV.

Ed ecco fpuntare in fatto full' equatore ne' viaggi loffodromici de' vafcelli la legge degli archi crefcenti in longitudine, che ha luogo artificialmente in latitudine fiv merdiani delle carte ridotte. Questo bellistimo legame può dimostrari così. Sieno y, y, y' ecc. i feni fuccellivamente delle latitudini equidiflerenti MK, BG, DF ecc. (Fig.~L), dx, dx', dx' ecc. le murazioni elementari in longitudine MS, BD, DC ecc. corrispondenti, e fia p ' angolo costante lossoformico GKL, FGI ecc. Sarà  $x = dM = \frac{1}{2} \tan g$ ,  $q \int_{-1-y'}^{1+y'} \sec (5 \cdot VI)$  art. I.). Dunque faramo tra di sè gli archi dM, dB, dD ecc. respettivamente come  $\frac{1}{2} \int_{-1-y'}^{1+y'} \frac{1}{1-y'} \frac{1}{2} \int_{-1-y'}^{1+y'} \sec c$ . Ma queste sono le espression, o i valori de le

le latitudini crescenti de' punti K, G, F ecc. ( s. VI. art. II. ). Dunque ecc.

#### 6. X V.

Siccome dunque un vafcello nel percorrere uguali fegamenti minimi della linea loffodromica ful mare fegna tacitamente archi crescenti di longitudine sull'equatore, e la legge di questi archi crescenti è fatta manifesta ; è facile da vederfi, che imitando il globo reale con un globo artificiale, in cui gl' intervalli de' meridiani full' equatore vengano fegnati crescenti con la legge trovata, mentre le latitudini fopra di essi meridiani sieno distribuite per eguali intervalli, si può tracciare in fatto la spirale lossodromica, e risolvere tutti i Problemi della navigazione fu la faccia stessa del mare, che il vafcello va folcando. Così mentre nella carta ridotta le latitudini artificiali sono tutte erescenti , ed è la longitudine divifa in parti eguali , nella sfera di riduzione all' opposito la longitudine sarà divisa in parti crescenti . com' è divifa precifamente la latitudine nelle carte ridotte , ch' è cosa mirabile, e la latitudine in parti eguali.

## 5. X V I.

La Tavola pertanto delle latitudini crefcenti pofla qui in calce, come ferve per la divifione de' meridiani nelle carte, fervirà pure per la divifione dell' equatore nella sicra artificiale. Imperciocchè ciascuna particella delle latitudini creenti fignifica un minuto di meridiano, ch' è quanto dire dell' equatore, e però la lunghezza di un miglie marino corrifpondente a detro minuto (g. VII.). In confeguenza mentre un arco di latitudine di 60° è di minuti 3600, cioè di 3600 miglia marine di lunghezza, la latitudine crecente di 60° è fegnata nella Tayola di parti 4527. Dunque è manifefio, che tanto può esprimeril detta latitudine crecente difesi una linea retra divifa in 4537 parti eguali del valore ciascuna di un minuto dell' equatore, quanto eibendola con un arco di circolo avente per raggio il raggio della Tom. V

Terra, cioè con un arco dell' equatore di 75°, 27', che comprendono per appunto 4527 minuti. Con questa Tavola pertanto segneremo sull' equatore le longitudini che debbono procedere come le latitudini crescenti che lor corrispondono.

Sia perciò AB l'equatore della Terra (Fig. IF.), P un de' poli, AP un meridiano. Si divida il meridiano AP in parti eguali Az, ab, bc, cd ecc. di 10' ciafcheduna, e full equatore da A in F, da A in G, da A in H ecc. il applichino le parti crefcenti per 10', 20', 30' ecc. tratte dalla Tavola, che faranno le mutazioni di longitudine crefcenti per 10', 20', 30' ecc. di latitudine naturale. Per a, b, c, d ecc. deferivanti i paralleli, e fi conducano i meridiani PF., PG. PH ecc.

Sarà pertanto l'arco AF la mutazione in longitudine pel punto di latitudine a', l'arco AG la mutazione in longitudine pel punto di latitudine b', e così fuccessivamente. Si dirà pertanto fondamentale per la siera da ridunti la divisione di 10' in 10', giacche una bisogna fissare per base quando il bisogno di una grandissima cattezza non richiedesse un divisione sondamentale più minuta. Esguito una volta si fatto scompartimento, nessun problema richiede per la sua risoluzione che se ne faccia un nuovo, fervendo il fatto

per tutti.

Siccome dunque i gradi di longitudine crescente in F, G, H ecc. fono denotati dai gradi di latitudine corrispondenti in a, b, f ecc., e viceversa; così non difficilmente porremo definire tino a qual signo fia permello di condurre la graduazione crescente full' equatore relativamente alle lattudini corrispondenti. Effendo infinita, e perciò inasfignabile la latitudine crescente di 90°, la graduazione non può inoltrasfi, che a qualche grado minore di 90, come farebbe a 30°, 40°, mentre per effere la circonferenza dell' equatore di 21600 minuti, e di 20075 minuti la latitudine crescente di 89°, 40°, si viene ad occupare presso che tutta la circonferenza equatoriale con la graduazione crescente spinita fino a 89°, 40°, si viene ad occupare presso che tutta la circonferenza equatoriale con la graduazione crescente spinita sino a 89°, 40°.

#### 6. X V I I.

Non ha dubbio intanto, che a qualunque punto m della loflodromia fondamentale Adb/BM termin il viaggio fatto coll' angolo Add, condotto per m il parallelo  $m\eta$ , farà fempre l'arco Idm and Idm condotto per Idm il parallelo Idm, come la muzzione Idm in lattudine alla mutzione Idm giachè, effendo coniderato rettilineo il piccolo triangolo loflodromico Idm, rettangolo in Idm, e rettilineo pure il triangoletto Idm, rettangolo in Idm, faranno ilmili detti triangoli, e però proporzionali le grandezze enunciate per proprietà della linea loflodromico.

## 6. XVIII.

Ma altra confeguenza nure è inerente a questa divisione fondamentale, importantissima per la risoluzione de Problemi nautrici con la sfera di risoluzione, cui bisogna premettere prima d'inostrarci, ed enuncieremo così.

Sia divifa comunque in K. ( Fig. IV. ) la differenza FG delle longitudini de' punti a', b', e ha condotto il meridiano PK (egante in b il parallelo bb' e congiunta ab. E certo, che ellendo ab', ab due linee losfodromiche procedenti dal medelimo punto a' fotto diverti rombi , le differenze delle respertive longitudini percorle sull'equatore FG, FK tra i medelimi paralleli ad , bb' fono tra di sè come le tangenti degli angoli losfodromici gab . gab ( §. V. ). E di nuovo se fia M' nel parallelo dM' il termine della loffodromia fondamentale coll' angolo gab', ed M il termine dell' altra coll' angolo gab nel medenmo parallelo dM', ticchè condotto per M il meridiano PL fieno FN , FL le differenze delle Iongitudini de' punti M', M, saranno pure tra di sè le FN. FL come le tangenti degli angoli lossodromici gab , gab . Dunque saranno proporzionali tra di sè le quattro dinerenze in longitudine FG, FN, FK, FL, cioè farà FG:FN=FK:FL.

### 6. XIX.

Ma per facilità in oltre nella rifoluzione de Problemi è necessaria una scala angolare, che ci dispensi, se vogliamo, dall' inflituire analogie col calcolo aritmetico . S' intendano perciò costrutte in angolo qualunque CAB (Fig. V.) le scale AB , AC di parti eguali rappresentanti ciascuna un minuto dell' equatore, cioè un miglio marino ficchè possano apporsi le denominazioni di un grado, di due ecc. a 60, a 120 ecc. di queste parri, con che è reso facile il passaggio dai gradi alle miglia, e viceversa. Dovendon far uso di due scale torna comoda questa, su cui con le note righe parallele si posfono instituire analogie senza tirar linee sul piano della scala. Ne' Problemi pertanto che verranno qui appresso, ove sia detto d'inferire altra ed altra proporzionalità di minuti , o miglia marine, s' intenderà sempre ciò fatto col mezzo di questa scala angolare, se attualmente il Navigante non voglia inftituire le analogie aritmeticamente.

#### . X X.

Premesse queste cose, perchè la ssera di riduzione si prefenti da sè agli occhi de leggirori, aon potendosce dar moto in disegno, risolveremo i principali Problemi di navigazione si la Fig. UN, e riuscirà quindi chiarissimo l'artissico con cui palieremo in sine a darne l'effectiva costruzione.

Ed altro non aggiungo in prevenzione se non se ch'io considero la spirale lossodromica, come un composto di piece coli archetti circolari appartenenti ad altro ed altro cerchio verticale, e però gli angoli lossodromici come angoli sferici costituiti da archi di cerchi massimi della sfera. Venghiamo pertanto ai Problemi.

## PROBLEMA I.

Dato il punto di partenza, il rombo; e la lunghezza in miglia marine del viaggio lossodromico, trovare il punto di arrivo.

Tracciati su la sfera il meridiano, e il parallelo che pasfano pel punto dato, fi faccia che il meridiano infifta ful grado di longitudine crescente denotato dal grado di latitudine del punto dato (5. XVI.). Sia pertanto a' questo punto, il cui meridiano PF infifte ful grado F di longitudine denotato dal grado di latitudine del punto d',e fia costituito fu la fuperficie sferica al punto a l'angolo sferico gab uguale al dato angolo lossodromico della navigazione, e pel punto d' interfezione h col parallelo proffimo fondamentale si faccia paffare il meridiano occulto PK . Mifurato l' arco d'h fulla feala del meridiano AP s' inferifea colla feala angolare della Fig. V., come i minuti dell'arco ab ai minuti dell'arco ag. così la lunghezza del viaggio fatto ad un quarto proporzionale, il quale fomministrerà la mutazione in latitudine fatta dal vascello in questo viaggio (5. V.). Sia ella ad; farà cognita pure la latitudine Ad. Si truovi full'equatore il grado di longitudine crescente denotato dal grado di latitudine del punto d, e sia in N. S' inferisca, come i minuti dell' arco fondamentale FG ai minuti dell' arco FK, così i minuti dell' arco fondamentale FN ad un quarto proporzionale. Darà questo (6. XVIII.) la mutazione di longitudine FL percorfa full'equatore in questo viaggio. E' dunque trovato ecc.

## 6. X X I.

E qui subito si riconosce

I. La necessirà di segnare internamente sull'equatore della sfera i gradi di longitudine naturale computati dal primo meridiano; e di fare che la graduazione esterna delle longitudini crescenti portata da una zona possa girare intorno, perchè tirato un meridiano secondo la naturale sia longitudine, movendo la zona, si possa farlo insistere sopra un grado qualunque di longitudine erescente.

II. Che bifogna poter tracciare su la faccia della ssera qualunque meridiano, e qualunque parallelo dimandato.

III. Che occorre inoltre un piccolo strumento goniometrico per misurare gli angoli sferici su la superficie della sfera, e cossituire su la medelima angoli dati, come ii sa col

semicerchio trasportatore nella geometria piana.

IV. Che potrebbe tornar bene il preparare la sfera, o Pemisferio di riduzione, dalle graduazioni in fuori che sono indispensabili, con la isperficie rafi e nerta da linee, per farri sopra turte le costruzioni lineari, che occorrono nelle navigazioni, liberamente, come s'è detro della Tabella di riduzione; cancellarle, e rifarre di nuove a talento. Ma la pratica deciderà se così convenga, o torni meglio il fare le poche costruzioni necessarie sia la faccia stessa del mare differnaro si la sfera.

V. E che può accadere, che i punti dati rieccano tra due della coltruzione iondamentale della siera, ancorchè la graduazione dia infittuita di 10' in 10'. Ma così per appunto accade anche nelle carte ridotte; ove pure è dificfa una graduazione fondamentale, e vi li rimedia fenza inconvenienti o col prendere per punto dato il più profilmo fondamentale, o col rifolvere il queitto due volte affumendo per punto dato prima l'uno poi l'altro de' punti fondamentali, tra quali è egli coltituito, e col far ufo del rifultamento ragguagliato;

## PROBLEMA II.

Dato il punto di partenza, e quello a cui si vuol pervenire con la navigazione, si dimanda il rombo che dee tenersi, e il viaggio che si farà per giugnervi.

Sia, come qui innanzi, a' il punto di partenza, il cui meridiano ha condotto a inifilere (\$. XXI. are; I.) ful grado F di longtudine crefeente denotato dal grado di latitudine data del punto a'; e hia ad la mutazione in latitudine der punti dati. Si tròvi il grado N di longtudine erefeente

corrispondente al grado di latitudine del punto d. E poichè data la longitudine de punti, e perciò la differenza in longitudine, ii applichi quella differenza da F verfo N full'equatore, e fia L il punto ov'ella termina. S inferifa, come i minuti di longitudine FN a inituti di longitudine FL, così i minuti di longitudine FG al quatro proporzionale FK, e fi conduca il meridiano PK. Ove queflo fega il parallelo fondamentale bF, per fempuo in b, fi conduca F raco loffodomico ab, e farà toffo dato l'angolo del rombo ricercato gab. D1 nuovo dunque inferendo  $(s, V_L)$ , come in minuti o miglia marine dell'arco fondamentale ag alle miglia del fegamento loffodromico ab dato dalla sfera, così e miglia marine dell'arco fondamentale ag alle miglia del fegamento loffodromico ab dato dalla sfera, così e miglia marine in latitudine ad, c1è c1 pur data, al quarto proporzionale, che farà la loffodromia dimandata: Il che ecc.

#### PROBLEMA III.

Dato il piotto di partita, il rombo di vento feguito nel viaggio, e la latitudine del punto di arrivo, trovare la tongitudine di questo piato, e la lungbezza del viaggio fatto.

Sia, come prima, a' il punto di partenza, la cui latitudine fia denotata dal grado F della graduazione crescente dell' equatore , e sia ad la differenza in latitudine de' punti di partenza e di arrivo. Si faccia al punto a' l' angolo del rombo dato gab, e pel punto b, ove rella fegato il parallelo proffimo fondamentale , si conduca l'occulto meridiano PK. Mifurata ful meridiano graduato AP la lunghezza ab, s' inferifca , come i minuti di latitudine ag ai minuti della differenza data in latitudine ad, così le miglia marine della ab alla lunghezza del viaggio totale ricercato. Esfendo coi data la latitudine Ad del punto di arrivo si trovi il grado N che la denota su la longitudine crescente . e s' inferisca, come i minuti di longitudine fondamentale FG pel punto B' ai minuti della longitudine FN , così i minuti di FK pel punto b al quarto proporzionale, che darà i minuti di FL, onde si ricaverà tosto la longitudine ricercata del punto di arrivo. Il che ecc.

## PROBLEMA IV.

Dato il punto di partenza, la latitudine dell'arrivo, e la lungbezza della firada fatta, fi dimanda il rombo tenuto, e la differenza in longitudine tra i punti di partenza e di arrivo.

Sia a', come qui innanzi, il punto di partenza, il cui meridiano infifta ful grado F della graduazione crescente corrispondente al grado di latitudine del punto a', e sia ad la differenza delle latitudini date . S' inferisca , come i minuti della differenza ad ai minuti della mutazione fondamentale a'g, così la lossodromia data ad un quarto proporzionale (5. V.). Questo valore misurato su la graduazione del meridiano PA fomministrerà la lunghezza dell' arco losfodromico compreso tra i paralleli fondamentali aa', bb'. Si adatti questo valore dal punto a' su la ssera sì, che incontri in qualche punto come b il parallelo fondamentale bb'. Sarà ga'b l'angolo del rombo dimandato. Per h si conduca l'occulto meridiano PK, e perchè è nota la latitudine Ad dell'arrivo. fia ella denotata fu la divisione crescente dell'equatore dal grado corrispondente N. Posto ciò s'inferisca, come nel Problema precedente, e si troverà la differenza in longitudine FL ricercata. Il che ecc.

## PROBLEMA V.

Dato il punto di partenza, la longitudine del punto di arrivo, e il rombo tenuto, fi dimanda la latitudine dell' arrivo, e la lunghezza del viaggio fatto.

Sia di nuovo a' il dato punto di partenza messo a sino luogo per risperto al punto sondamenzale F di longitudine crescente denorante il grado di lattitudine del punto a'; e sia fatto in la stera l'angolo gas guale all'angolo indiofromito dato. Pel punto b', ove dal laro dell'angolo è sigato il parallelo bb', si faccia passare il meridiano occulto PK. I minuti della differenza in longitudine, ch' è nota dalle longia-

tudini

tudini date de punti di partenza e di arrivo , fi portino da F, per elempio, in L full' equatore , e e' inferica , come iniunti della FK, ai minuti della FK, così i minuti della FK ad minuti della FK, ai minuti della FK, ai minuti della FK, and in a graduazione crefenente dell' equatore cadano , per elempio , in N. Il grado fegnato in N per la longitudine crefectnet denoterà il grado di latitudine del punto di arrivo. Pofto ciò è fubitamente cognita la differenza delle latitudini data e trovata , onde s'inferica , come i minuti dell'arco dg ai minuti di quefta differenza in latitudine , così la lunghezza del viaggio loffodromico dimandito. Il che ecc.

## 6. XXII.

La risoluzione di questi Problemi satta bensì su la carta. ma come se sosse fatta su la ssera , basta per additare da se la costruzione della ssera di riduzione , che abbiamo in mira . Si metta pertanto l' occhio su la Fig. VI. , la quale ci presenta l'emissero su cui deve operarsi , sia poi egli l'aufirale o il boreale , come il richiede la navigazione . AB è l'equatore tracciato fu la fuperficie sferica . ABCD è una zona cilindrica di metallo , il cui orlo superiore deve essere costituito rasente l' equatore AB quasi questo fosse sezione di quella ; a quelta zona è stabilmente annesso un meridiano di metallo PE . Essendo ferma la ssera sul suo piedestallo la zona ABCD dee poter girare intorno al proprio affe trafportando feco il meridiano PE mobile intorno al polo P. La zona è divifa con la Tavola delle latitudini crefcenti posta qui in fine procedendo da un margine del meridiano PE di 10' in 10', e terminando all' altro al grado 89°, 40' co. me s'è detto (6. XVI.). Per tal modo ciascun punto della longitudine crescente segnata su la zona, atteso il giro libero ch' ella ha , può applicarii a qualunque punto fi voglia dell' equatore tracciato fu la sfera . Il meridiano annesso di metallo EP deve effere divifo di 10 in 10 minuti che contraffegnino le latitudini dall' equatore al polo. Quanto poi all' equatore, dal punto ove cade il primo meridiano, come PH, principio delle longitudini naturali , la divisione sopra Tom. V.

di esso deve eller fatta come quella del meridiano annesso alla zona. Doppio è l'ussicio del meridiano mobile, dovendo fervire da guida onde tracciare ove piace un meridiano su la siera sermando con la vite m la zona alla siera, e per tracciar pure qualunque parallelo. Al qual secondo oggetto deve essere preparata una piccola morsa (Fig. VII.) di metallo da strignersi sul meridiano mobile al grado di latitudine voluto col mezzo della vite a, e portante in b un lapis che tocchi appena la supersicie sferica quando la morsa è stretta. Così rivolgendo il meridiano per quel verso che occorre, si può descrivere il parallelo o tal porzione di parallelo che sa di mestieri.

#### 6. XXIII.

Resta da indicarsi lo strumento opportuno, onde costituire fu la superficie sferica ( s. XXI. ) un angolo lossodromico dato, o rilevare i gradi di angolo già costituito. Ho detto ( 6, XX. ) che l' archetto minimo lossodromico può considerarii come archetto di cerchio massimo della medetima sfera. Dunque l'angolo da costituirsi o da rilevarsi è sempre formato da archi di cerchio massimo. Per la qual cosa è necesfario per la formazione di un tale strumento di dare ad una lamina di metallo AB (Fig. VIII.) la curvatura di un meridiano della stella sfera, che abbia per corda sei od otto pollici circa. Agli estremi di questo arco di meridiano A B deve terminare ed effere fiffata una lamina BCA, di cui l'orlo esterno BCA sia un semicerchio avente detta corda per diametro, e però rappresenti il semiparallelo della sfera che abbia per polo il mezzo D della porzione di meridiano AB. Questa lamina BCA inlistente su tal semicerchio deve combaciarli con quella piccola zona di sfera che può effere compresa tra i paralleli BCA, bca, e deve essere divisa in 180 gradi. Dal mezzo D, polo de' paralleli, dee partire una laminetta DC, mobile intorno al punto D, avente essa pure la curvatura del meridiano, la quale ferva a indicare i gradi degli angoli ADC, BDC a guifa di meridiano volubile intorno al polo D. Ciò basta per far comprendere, che adattando il punto D a qualunque punto voluto di un meridiano tracciato fu la sfera, e la lamina AB al meridiano ftesso, col moto dell' indice e può costituirsi qualunque angolo sferico fu la sfera, e rilevarsi qualunque angolo sferico a quel punto costituito.

#### S. XXIV.

Per dimostrare pertanto l'uso della sfera ridotta basterà che risolviamo il primo de Problemi precedenti, ch'è il più usuale nelle navigazioni lossodromiche.

Dato il punto di partenza, e il tratto di viaggio che s'è fatto navigando con un dato rombo dal Sud al Nord, trovare su la sfera attuale la longitudine e la latitudine del punto a

cui il vascello è pervenuto.

Sia il punto dato a 25° di latitudine , e 50° di longitudine. Si trasporti il meridiano mobile PE (Fig. VI.) al punto F ove full' equatore è fegnata la distanza di 50° dal primo meridiano PH, e si descriva il meridiano PF. Adattato quindi il porta - lapis (Fig. VII.) ful grado 25 del meridiano mobile, si segni su la superficie sferica il punto a che determina la polizione del punto di partenza dato, qual è realmente ful globo terrestre. E come suppongo, che la graduazione fondamentale così dell' equatore come del meridiano, insieme con le longitudini crescenti della zona ACDB proceda di 10' in 10', così avanzando di 10' il porta-lapis verso il polo si descriva il segamento fgbn del parallelo di 25°, 10' di latitudine . Fatto questo ii adatti lo strumento goniometrico (Fig. VIII.) col polo D in a', e coll'arco AB ful meridiano tracciato PF, e si costituisca l'angolo sferico gab uguale al dato angolo loffodromico. Pel punto d'interfezione b col parallelo fa si tracci col mezzo del meridiano mobile fu la sfera il meridiano PK, e il misuri sul meridiano PE, come scala, la lunghezza dell' arco a'b. Di nuovo al punto b li costituisca l'angolo Php uguale all'angolo gab, e si faccia bp = ab, e per p passi un altro meridiano. Similmente al punto p si costituisca l'angolo Ppq uguale all'angolo Php, e pq=bp, e così fuccessivamente tinchè ripetendo l' operazione di meridiano in meridiano, la lunghezza della vera loffodromia, come ar, rifulti uguale alla lunghezza del

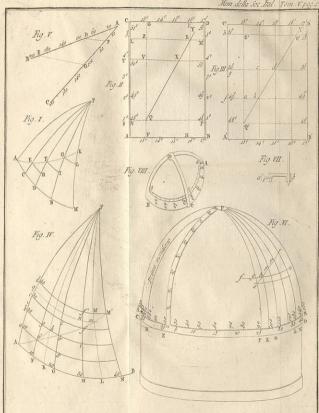
viaggio fatto. Allora per 7 fi faccia pafare l' ultimo meridiano PL, e fi rimetta la zona mobile al fito primo del meridiano PF, ov'è fagnata la latitudine data di 25°. Sarà HL la longitudine del punto di arrivo 7 miginata fu la graduazione dell' equatore, e il grado L fu la graduazione crefeente della zona denoterà la latitudine del medelimo punto r. Il che ecc.

## ALTRIMENTI

Ma fe non voglia descriversi su la sfera l' effettiva lossodromia, si praticherà la prima costruzione indicata nella risoluzione di questo Problema. Imperciocchè, tirato il meridiano della longitudine data di 50° al punto F, e fatta girare la zona mobile sì, che il grado 25° di longitudine crescente, da cui è denotata la latitudine del punto dato, cada in F, e trovato come fopra il punto b, il fegamento lossodromico ab, e il punto K ove termina il meridiano che passa per b, e fermata finalmente la zona in questa posizione, si cerchi sopra di essa la crescente di 25°, 10', cioè la FG. Fatto questo con la fcala angolare si trovi il quarto proporzionale alla piccola lunghezza ab, alla lunghezza ag della mutazione in latitudine, e alla lunghezza del viaggio fatto, e si avrà la differenza in latitudine tra il punto dato e quello di arrivo, la quale aggiunta alla Fd darà la latitudine ricercata . A questa corrisponda su la graduazione crescente della zona, per esempio, il punto N. 5' inferisca pertanto: come i minuti di FG ai minuti di FK così i minuti di FN al quarto proporzionale, e si avrà l' arco, per esempio, FL, il quale aggiunto fu la graduazione dell' equatore all' arco HF fomministrerà la longitudine HL del punto di arrivo.

## 6. X X V.

Lungo farebbe e non neceffario il rifolvere altri Problemi con la sfera di viduzione fubito che n' è fatta palefe e lucida la coffuzione, e l'ufo. Il fegnare, per efempio, il punto ov' è un vafcello, trovandoli a vilta di due punti a terra confeciuti, il che fi fa comunemente prima di perdere di vista la terra, riesce su la ssera ridotta più facilmente e più esattamente praticabile che non è per avventura col mezzo delle carte. Così il ridure in gradi e minuti di longitudine equatoriale le miglia percorie verso l' est o verso l' ovest sopra un dato parallelo, è cosa che si effettua su la ssera di riduzione in pochi iltanti. Ma e di queste, e dell'altre operazioni dell' Arte navigatoria che non esigono quasi alcun artissico su la ssera, veggano gl' intendenti dell'Arte, all'intelligenza e pratica de quali è rimesso il giudizio della cosa.



# TAVOLA DELLE LATITUDINI CRESCENTI.

1	G	LUN.	Cr	LUN-	v	LUN-	3	LUN-	G	LUN.	G	LUN .	6	LUN
23	-		-	1000	-	-	-		-		-	-	-	
0		0	7	411	14	848	21	1189	18	1251	35	2244	42	1.78
0	3221	10	800	431	100	859		1100	211	1762		3356		279
0	263	20	199	441	10072	869	0000	F311	7.00	1774	100	2169	3711	280
-	-		-		-	-	-	-	-	-	-		-	-
0	8	10	14.0	451	CEO.	870	Tier !	1221	150	1785	1239	2281		282
0	in.	40	0.53	461	HII.	840	16.65	3333	55	1297	018	2291	1.0	183
10		50	NIG.	424		900	100	2343		1508	100	2305		184
	-		-	100	-	7.00		~> 1>	100	-		-100		12.
0		60	8	482	15	910	2.3	1354	29	1819	16	2318	43	186
10	188	70	100	192	2.0	924	20	2264	*7	:811	20	2230	13.0	187
10	369	80	280	191	27					1841				
_		.0		300		911	LAX	1375	17,94	1041		2343	GIE	185
	653	1000			200		(1072		100			55		- 67
10		90	1	512		941	100	1386		15 14		23.55	- 3	250
40		100		322		257	0.00	1397		1565	26	1368	1	191
50	1112	110	2.35	532		962	1.555	1408		1877	1	1380	1	293
	-	-		-	-	-	1		-	-	-		-	-
	2	110	. 9	542	1.6	975	33	1419	30	1888	37	1393	11	194
10		130		552	500	981		1419		1900		1405	(dill)	196
10		140	(PLE)	562	1771	771	1	1110		1911		1418	15/21	197
-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30		150	11170	973		1004		1412		1913		2430	1117	295
10		160	188	583	100	1014		1460		1915	1	2443	1	300
10		170	Kill S	593	11130	1015	1.0	1473		1946	13	2416	1	201
-	_	-	-	-	-		-	1	-	-	-	100	-	-
9	1	180	10	603	12	1015	14	1484	31	1958	38	1468	1 45	101
10	,	190	1000	611		1045	2.7	1495		1970		1481	1	30
10		100		611	100	1016		1505		1481		1 494	7	101
_	100	10,01	***		-	1.010		.,,,,	-		-	1771	-	100
10		210	LETS!	1 524	1	1962	155	1517	la in	1001	100	1506		10
10		110	1 2	644			1			1205		2519		101
50		130	100	054	173	1977	10100	1518		1917	1 3			310
,,	1 3	1,50		43.4		1000		1539		1017		2532	-	310
	501	31333	10	664	15	1	100	10000	100	1	5		1	
0	4	140	100	674	10	1098	3.5	1550	33	2028	39	2545	46	311
10	199	110	1 37	684		1109	100	1551	HY	1040		2558	1 2	313
10	9113	160		0.44		11119		1573	100	1952		1571		314
-	-	-			-	1-	-		-	-	-	-	-	-
10		170	LIB	695		1110		2582	1116	1054		2584		315
40		180	1	701	1	1140	1	1594		12076		2597	1	317
50	1	190		715		11151	800	1605		1088	1 13	3610	1	311
_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E Heest		11900	-	-
0		300	12	725	19	1116:	16	1616	33	1099	40	1612	47	120
10	155	110		735	110	1172	10	1618	100	1111		1616		(1)
10		310		246		118:		1619	1.5	2111	1	1649		33
	1	3.0	-	-	-	1	-	1437	-	1	1-	1	-	1
10		110		756	1	1191	1111	1610		1115	1	1 1661		124
				756		1104					1	1675		320
40		340		776				1661		3147		1688		1117
10	1	310		770	14	1314	lu.	1672	-	1159	1 8	1000		1117
100	2		133		10	100000	-	1000	100		17		-	
	6	350	13	787	10	1235	27	1684	34	2171	41	2701	48	123
10		370		797		1116	1	1695		2184		3715		335
20		380		107		1246		17.05		3196		2718	100	33
-	-	1000	-	1	-	1	-	-	-	1-	-	-	1-	1-
30	18	390		818		1157	1	1717		1765		3741		33
40		100		828		1168	MAL	1729		1220		2755	1	33
50		410		2.3		11118		\$ 1740		1333		3768		100

TAVOLA

## DELLE LATITUDINI CRESCENTI.

1	M'	G	LUN-	G	LUN-	G	LUN-	G	LUN-	G	LUN-	G	LUN
1972   1973   1974   1975	-		-	-	-			-	-	-	_		7000
100		49		56		63	1505	70	1966	7.7	2467	84	10117
1						100					7512	100	10114
10		34	3412	5.27	4110	103	1519	33.3	6025	2/3/	7557	2	10334
190			100		-			-				-	
10						183				100		100	10437
1		100		303		85		100		1500		1537	10543
1			21//		4124		3017	100	6115	200	2697	1000	10653
10		10	2474	2.1	4181	7.	1010		1.16		0.000	2000	100000
10	10			**				7.5		7.5		8.5	10765
	20		\$106	0.00				85		5		1	11901
1		-	-	-	1000	-		-		-			100
10	30	34	3531		4118		staf	200	6140	1800	-801	(0.00)	11117
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	40	800	3537		4257	211		3		550		2 3	11157
1		100	3553	(E)	4475	777	5155	1	6103			2000	11191
100		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1
1		51		58		65		72		7.0		86	11533
1		U		1000	4313					1000		1950	11075
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	74	-	1,01	30	1331	-	3416	85	6400	100	2171		11832
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	10		1617	100	4255		1210	1000	7	-	1	THE S	1
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		10		10		1 8		100		1923		000	11992
1				100	4180			136				-0.0	11160
1	200	-	-	-	-	-	-	-		1000	23370		11334
1.	0	52	3665	59	4409	65	5333	73	6524	80	Sync	331	12522
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	10	200		100	4429		5348	100		-	Tett	3.7	13719
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	20		3698	193							8452	1300	12927
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	-	-	-	-		-		-		-	100.00		1070
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$				100							8552	1200	13149
- 1 3 36 6 6 67 7 7 37 1 66 7 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				200				1		100	8514	5-12	13387
1	50		3747	SH	4507		1448	30	6710	100	\$676	10.0	+1641
1		15		5	72.0	17.		-	TT.	-	1	1.5	-
10		33		00		1		74		81		88	13917
1		777		1000		110.3						7.15	14116
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		-	3727	2	1000	-	3330		0019	123	3369		14543
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	20	100	1814	163	4488	0.55		189	1211	1	1000	100	To the
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		100		1				H.B		1933		Miles	14905
- 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		E		13				1933		Hill!		15530	13311
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		-	-	-	-	-	-	_		100	2974	Mist.	15770
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	0	54	3865	61	4549	68	1611	2.5	6010	1000	CTAC		16300
10 2 199			3882	13	4620					6.2		89	16935
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	10	100	3899	1980	4691	190	5685		7048	17 3		130	4.7694
0 1933 0 7514 7995 7015 7016 9315 70		772	1000	100	705	-	-	-	1	-	-	-	-
1930   1930   1931		13		1				His		1	5368	1202	18681
0 31 1867 37 4771 49 7794 76 7110 1 1 1 100 10 10 10 10 10 10 10 10 10				118		NB		1		HE.	9115		100:5
0 33 3367 33 4775 69 1794 75 7310 11 9706 30 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10		Aid.	3950	100	47.54	Will.	3762	din!	7169	THE C	.9525	135	31.458
10   1985   4796   5812   7191   9689   90   10   10   10   10   10   10   1		100	100	152	- 3	1		-	1	-	-	-	-
20 - 1001 - 1011 - 1011 - 1011 - 1011		35		135		69		76		83		60	
		11:00		0						0200		70	Infin.
	PE	-	1003	-	2010	-	3851	1	7191	hore	3 9774	1000	los
	10	100	4031	1	4539	4.0	1879	1	1	-	1	- man	
				1	1861				7336		9861		
10 1036 4583 5927 7423 20043				1		1							