

PROVINCIALE

BIBLIOTECA

Ente

D'Errico

401

STIGLIANI

MATERA

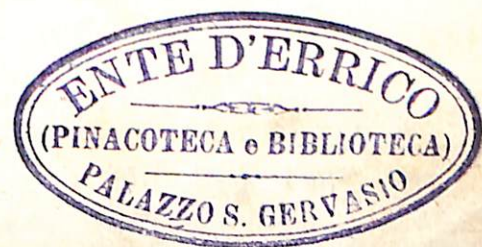


LA TERRA

NELLE SUE RELAZIONI COL CIELO E COLL'UOMO

OSSIA

ISTITUZIONI DI GEOGRAFIA
ASTRONOMICA, FISICA, E POLITICA



82332

LA TERRA

NELLE

SUE RELAZIONI COL CIELO E COLL'UOMO

OSSIA

ISTITUZIONI

DI

GEOGRAFIA ASTRONOMICA, FISICA, E POLITICA

DI

ALFEO POZZI

Prof. nell'Istituto industriale e professionale di Torino

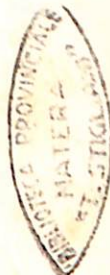
TERZA EDIZIONE ARRICCHITA DI RECENTI NOTIZIE STATISTICHE ED ECONOMICHE
ED IN GRANDISSIMA PARTE RINNOVATA

Quest'opera, racchiudendo le risposte a tutti i quesiti di qualsivoglia programma scolastico, e contenendo (oltre un indice per materie) un indice alfabetico dei nomi propri geografici ed a capo d'ogni pagina le indicazioni delle cose che vi si trattano, non è soltanto un **trattato** dedicato alle scuole secondarie e superiori, ma è pure un **manuale** offerto alle famiglie e a tutte le persone che desiderano avere su tal materia un libro da potersi all'uopo consultare.

DITTA GIACOMO AGNELLI
MILANO (via Santa Margherita, 2)

DITTA G. B. PARAVIA E C.
TORINO, MILANO, FIRENZE, ROMA

1877



RAGIONE DELL' OPERA

Necessità di elevare l' insegnamento della geografia politica.

Come vorresti tu, o mio cortese lettore, che fosse un libro di geografia per i giovanetti? Una filza forse di nomi locali, non da altro collegati che dalla relazione che passa tra il continente e il contenuto? No, per sicuro. In mezzo a tanto ingrandire e complicarsi dell' umano sapere non è più permesso trastullarsi nelle scuole a rinfronzolare i cervelli dei ragazzi di dondoli, che il vento di domani porterà via con un soffio. Tu vuoi senza dubbio che gli studi giovanili sieno diretti al doppio scopo di servire ai bisogni della vita e di venire rafforzando le facoltà dello spirito, la cui vigoria e coltura, se non è il massimo, non è certo il minore di tali bisogni. E per discendere al nostro particolare, tu vuoi senza fallo che la geografia non si faccia consistere in una pura indicazione di monti, di fiumi, e di città; ma, rammentando che i luoghi si studiano in considerazione degli uomini che li abitano, tu vuoi che questa scienza serva a mostrare l' indole, la grandezza, la costituzione, la civiltà, e tutte in somma le condizioni materiali e morali dei diversi popoli che vivono sulla terra. Tu vuoi che questa scienza al pari della storia, conduca un popolo alla più interessante, alla più utile di tutte le cognizioni, alla conoscenza cioè di sè stesso, delle proprie forze, della propria debolezza, di ciò che gli manca a raggiungere, a sorpassare le altre genti. Tu vuoi che essa, col vasto spettacolo di tante credenze, di tanti usi, di tanti elementi di prosperità o di miseria, di tante forme svariate di reggersi, disponga il giovane studioso a quegli ammaestramenti civili, che tanto importa, massime in un libero stato, di andare apparecchiando di buon' ora. Tali tu vuoi che sieno gl' intenti ultimi di un buon libro di geografia.

Necessità di rendere più scientifico l' insegnamento della geografia fisica.

Ma la natura di un popolo, le basi della sua ricchezza e della sua difesa, il suo dedicarsi di preferenza all' industria agricola, o manifattrice, o mercantile, la sua tendenza a tenersi unito e forte, o a dividersi e indebolirsi, la sua influenza maggiore o minore sopra altri popoli, e via dicendo, dipendono in gran parte dalle diverse qualità della regione da lui abitata, ossia dall'e-

stensione di essa, dalla di lei situazione continentale o marittima, dal suo clima più o meno temperato od eccessivo, umido o secco, sano od insalubre, dal suo suolo sterile o ferace, e abbondante o scarso di utili minerali, dalla sua posizione più o meno centrale relativamente ad altre regioni, e da altrettali qualità. La conoscenza dunque dei popoli non può stare senza quella dei luoghi ove risiedono; il che è quanto dire che lo studio della geografia politica ha per fondamento uno studio abbastanza ampio e scientifico di geografia fisica.

Necessità di una sufficiente esposizione dei principî generali.

Ma la indicazione particolarizzata di tutti questi elementi, sarà compresa quanto basta e valutata quanto importa senza una trattazione generale? Si farà uso delle carte geografiche senza una precedente dichiarazione del modo di rappresentare graficamente ed in piccolo un paese? Si accennerà questo o quel sistema di monti, questo o quel bacino marittimo o fluviale, questo o quel fenomeno vulcanico, queste o quelle qualità di clima, di terreno, di produzioni....; s'indicherà la tale o tale altra delle umane schiatte, la tale o tal altra famiglia etnografica, la tale o tal altra religione, la tale o tal altra forma di governo....; si parlerà della popolazione assoluta o relativa di uno stato, del suo esercito, delle sue fortezze, della sua flotta, delle sue finanze, del suo debito pubblico, del suo navilio mercantile, del suo commercio d'importazione, di esportazione, di transito, di commissione, di banca, e via dicendo; si noteranno, dico, queste e molte altre cose simiglianti, senza far precedere intorno ad esse delle generali notizie? E che altro sono queste generali notizie se non appunto i principî della scienza geografica? Nulla dunque di più importante in un libro, che si proponga di istituire i giovani in questa scienza, quanto una esposizione abbastanza ampia dei suddetti *principî*; esposizione che alcuni autori ben qualificarono col titolo di *geografia generale* (*).

(*) Nelle opere scolastiche (non parlo di quelle destinate ai fanciulli) questa parte si trova ancora ridotta a poche aride definizioni; perchè, durando l'antico vezzo di considerare la futura professione come l'unico scopo degli esami, e gli esami come l'unico scopo dell'istruzione, si finisce per materializzare ogni cosa; e tanto più si crede di avere adattato un libro all'uso delle scuole, quanto più vi si offre alimento alla memoria e ozio all'intelletto. Ciò si chiama *semplificare*. Non ha molto, anche l'aritmetica era nelle scuole *semplificata* in questo modo, e ci volle tutta l'onnipotenza dei matematici dei nostri giorni per liberarla da quell'aurea semplicità e trasportarla dal dominio di una cieca pratica a quello della scienza. Del resto, se dal tempo in cui perfino la matematica e la fisica si studiavano in latino, se da quel tempo, dico, si sono fatti nell'istruzione pubblica dei progressi, questi sono più in superficie che in profondità. Confessiamolo pure; gli insegnamenti si sono moltiplicati più che migliorati; e la mente giovanile al presente è trattata, più come un magazzino da rimpinzare, di quello che come una potenza destinata a produrre, e perciò bisognosa di esser con validi esercizi e coi debiti riposi rafforzata.

Miglioramenti da recarsi nei trattati scolastici.

Dalle cose dette mi sembra che risulti abbastanza chiara la necessità che nei libri di geografia dedicati alle scuole secondarie e superiori s'introducano i miglioramenti or ora indicati, cioè: 1.° che si conceda un più largo posto alla trattazione dei principî della scienza geografica, cosicchè il giovine vi trovi il lume ed il filo per avanzare anche da sè negli sterminati campi della geografia particolare; 2.° che si dia estensione e importanza più che non si suole alla geografia fisica, seguendo nello studio di essa le divisioni della natura; 3.° che si elevi a più alto scopo l'insegnamento della geografia politica.

Disegno di questo lavoro. La geografia generale.

I miglioramenti di cui qui ti ho fatto cenno, o mio benevolo lettore, sono stati da me praticati il meglio che ho saputo nell'opera che ti sta dinanzi.

Dividesi questa in tre libri. Il primo di essi contiene in 144 pagine le *istituzioni di geografia generale*, ossia l'esposizione dei principî della scienza geografica; il secondo tratta la geografia dell'Europa in 530 pagine, di cui 260 appartengono alla descrizione dell'Italia; ed il terzo descrive in 326 pagine i paesi non europei.

Il primo libro racchiude la parte fondamentale del mio lavoro; la parte che io condussi con più amore, perchè più scientifica e più conforme al mio genio. Quivi esposi quelle cognizioni generali, con cui la geografia, non solo riassume i particolari studi che si fecero sulla superficie terraquea, ma si arricchisce dei prestiti che le fanno l'astronomia, la fisica, la meteorologia, la statistica, l'etnografia, e le altre scienze con cui essa è strettamente vincolata. Si divide questo primo libro in tre capi, che svolti più ampiamente formar potrebbero tre distinti trattati: 1.° di geografia matematica; 2.° di geografia fisica generale; 3.° di geografia politica generale.

Nel primo capo dichiarai i punti di astronomia che hanno più stretta relazione collo studio geografico e che si abbracciano perciò col nome di *geografia astronomica*. Quindi trattai dei vari modi di rappresentazione, ossia dei globi artificiali, delle carte geografiche, e dei principali sistemi di proiezione; la qual cosa insieme colla geografia astronomica, viene designata coll'appellazione di *geografia matematica*.

Nel secondo capo posi i fondamenti della geografia fisica generale. Alcune nozioni elementarissime di geologia, la classifica-

zione delle terre e delle acque, il mare coi suoi moti atmosferici, colle sue maree, e colle sue correnti, l'atmosfera, le diverse specie, cause, e influenze dei venti, le meteore acquee, la ripartizione della pioggia nei diversi paesi, la temperatura dell'aria secondo l'altitudine e secondo le particolarità fisiche delle diverse contrade, le cause modificatrici dei climi, e la divisione della terra in zone climatiche, sono le materie discorse in questo capo.

Nel terzo, più succintamente che mi fu possibile (e la brevità qui mi fu anche più incresciosa che nei capi precedenti), toccai argomenti di somma importanza per introduzione alla geografia politica, quali sono: *la divisione etnografica dei popoli e la classificazione delle lingue; — le religioni; — la società civile, il suo fine, la sovranità, e i poteri in cui si divide; — le principali forme di governo; — lo stato e le sue parti, e la nazione e i suoi vincoli; — la statistica; — la civiltà morale, la civiltà politica, e la civiltà materiale; — le forze materiali degli stati, ossia il territorio, la popolazione, le forze militari, l'agricoltura, l'industria, il commercio, e le finanze.* Di queste interessanti materie mi dovetti contentare di dar qui semplicemente alcuni principi cardinali e le divisioni massime, in modo però che lo studioso potesse trarne da sè fruttuose conseguenze, e mi convenne astenermi da ogni larga dichiarazione per non cangiare questo capo in un grosso volume.

Nella precedente edizione questo primo libro ebbe uno svolgimento assai più ampio che in questa ristampa; ove ad alcuni capitoli ne ho surrogati altri più succosi e comprensivi, ed altri ne ho soppressi, o che non erano affatto necessari, o che toccavano materie valicanti un poco il grado di elevazione prefisso al mio lavoro; e così potei restringere senza danno questo, che ad alcuni sembrò troppo ampio vestibolo del mio trattato. Malgrado ciò, i principi generali vi sono ancora esposti con maggiore estensione di quel che facciano altre opere anche più vaste di geografia universale. In quanto poi allo studio che ci posi, basterà certo a chi ha pratica di queste cose una rapida lettura per avvedersi, che io non mi diedi già a compendiare un qualche capitolo di opere di astronomia, di fisica, e di statistica, col linguaggio e colle forme che comprende solo chi già conosce quelle materie; ma tutte quelle cognizioni, che costituiscono, per così dire, una zona di confine tra la geografia e le altre scienze, e che non sorpassano i limiti della comune coltura, io mi sforzai (e se non ci riuscii non fu certo per difetto di volontà) mi sforzai, dico, di comporle in un tutto bene ordinato ed armonico, e di esporle in modo che colla massima chiarezza andasse congiunta una somma brevità, e colla precisione scientifica la più grande semplicità di forma.

La geografia particolare.

Il soggetto del secondo e del terzo libro è la geografia particolare. La mia prima idea fu quella di limitare questa parte alle sole notizie veramente capitali e più importanti, sembrandomi che i principi scientifici, siccome radici di questo ramo del sapere, debbano essere accuratamente insegnati nelle scuole, e che al contrario le notizie particolari un po' minute, essendo innumerevoli, con poca o nessuna logica connessione, e raccomandabili perciò alla sola memoria, debbano far parte di quel corredo di cognizioni che i viaggi, i colloqui, le letture vanno continuamente accrescendo in tutto il corso della vita. Ma messimi all'atto, intesi la necessità di proporzionare questa seconda parte alla prima, di fare in essa l'applicazione dei premessi principi, e di supplire al difetto che abbiamo in Italia di un'opera non troppo voluminosa, che racchiuda le notizie delle presenti condizioni dei vari paesi e delle più recenti scoperte, e che possa correre per le mani non solo degli studenti delle scuole secondarie e superiori, ma anche del comune dei lettori; un'opera insomma da poter servire, sia di *trattato* a chi desideri farne uno studio regolare (trovandosi qui le risposte ai quesiti geografici di qualsivoglia programma scolastico), sia di *manuale* a chi voglia soltanto consultarlo ogni qualvolta gliene sorga il bisogno. Così la tela del mio lavoro si venne ampliando più di quanto avessi dapprima preveduto.

Nell'esporre sì vasta materia, io tengo per ciascuna parte del mondo presso a poco un ordine eguale (tranne piccole differenze richieste da particolari circostanze); onde basterà qui che io rechi ad esempio l'ordine tenuto nella descrizione dell'Europa.

Dopo di aver parlato di questa in modo generale, indicandone la posizione, l'estensione, il contorno, le regioni, i sistemi montani, le grandi pianure, la massima partizione in bacini idrografici, il clima, la distribuzione dei vegetali, degli animali, e dei minerali, e l'area e la popolazione dei diversi stati, io discendo a trattare in altrettante sezioni delle otto regioni in cui divideasi l'Europa. Ciascuna di tali sezioni consta di due parti, nella prima delle quali si tratta della geografia fisica ed etnografica della regione intera; e nella seconda si discorre partitamente degli stati che in tutto o per la massima parte sono in quella regione compresi.

Nella trattazione poi geografica di ciascuno stato si danno dapprima tutte le notizie generali che più giovano a formarsi un chiaro concetto delle condizioni agrarie, dell'attività industriale e commerciale, della ricchezza, delle forze militari, della forma

di governo, dell'istruzione, di tutti insomma i principali elementi di civiltà e di vita di quello stato, per quanto, s'intende, è possibile fare in un trattato di geografia universale; e quindi si passa alla descrizione delle provincie e delle città principali del medesimo.

*Accrescimenti e miglioramenti
recati in questa ristampa.*

Fra quelle regioni l'Italia, com'è naturale, tiene in quest'opera il primo posto, ed anzi qualcuno potrebbe dire un posto soverchio, se l'esempio delle altre nazioni, e segnatamente della Francia, non ci mostrasse in opere simili un'eguale predilezione per la propria patria. Nella precedente edizione le erano dedicate 137 pagine; in questa 260.

Dopo le notizie generali sull'intera regione italica (confini, estensione, popolazione, clima, vegetazione, orografia, idrografia, divisioni politiche antiche e moderne, dialetti, ecc.) si passa a trattare del nostro regno, e quindi della repubblica di S. Marino, e degli altri paesi italiani posseduti da stati stranieri.

Intorno al regno d'Italia si premette una generale trattazione, la quale assorbe 42 pagine, dense di svariate notizie, specialmente statistiche, che vennero tratte dalle pubblicazioni ufficiali più recenti. Si entra quindi a parlare in altrettanti articoli di ciascuna delle regioni fisico-storiche che si distinguono nel regno (Piemonte, Lombardia, Veneto, Liguria, ecc.), esponendo in ciascuno di tali articoli, in primo luogo la geografia fisica della regione di cui ivi si tratta, poi la sua divisione amministrativa con alcune notizie statistiche, e poi la descrizione di ciascuna delle provincie comprese in quella regione, facendo per ogni provincia precedere alcune notizie statistiche e seguire alcuni cenni sulle sue città e terre principali.

Le notizie poi statistiche premesse a ciascuna delle 16 regioni e delle 69 provincie del regno italico, sono: 1.° l'area; 2.° la popolazione agglomerata e la sparsa per la campagna; 3.° la densità della popolazione per chilometro quadrato; 4.° il numero dei suoi centri di popolazione; 5.° il nome e la popolazione dei suoi circondari; 6.° il numero dei suoi comuni; 7.° il numero dei deputati che manda al parlamento; 8.° il numero degli analfabeti che contiene per ogni 100 abitanti; 9.° il numero dei reati di sangue o contro la proprietà che vi furono commessi nel 1872; 10.° infine il numero dei suoi comuni aventi un centro principale popolato da 2000 a 6000 abitanti, e degli altri con un centro principale di più che 6000 abitanti.

Di ogni città poi e di ogni borgo e villaggio del regno nominato in questa descrizione si accenna per intero non solo la popolazione comunale, ma quella pure del centro primario da cui prende nome il comune.

Ma i miglioramenti e le aggiunte che reca al mio lavoro in questa edizione, non si restringono al solo capo dell'Italia, ma si estendono a tutte le parti dell'opera. Lasciando stare il rinnovamento di tutti i quadri (vedi, per esempio, il nuovo prospetto idrografico dell'Europa a pag. 154 e seguenti) e di tutti i dati statistici, sia sulla popolazione dei diversi stati e delle loro provincie e città, sia sulle loro rendite, spese, forze militari, flotte, marinerie mercantili, importazioni, esportazioni, strade, ecc., e lasciando pure le molte parti, o corrette, o abbreviate, o migliorate, o quasi del tutto rinnovate, lasciando, dico, tutto ciò, e riguardando solo gli accrescimenti, tu puoi subito accertarti, o amico lettore, della gran quantità di aggiunte che vi ho apportate, coll'osservare soltanto che la pagina piena della passata edizione conteneva 2091 lettere mentre quella della presente ristampa ne racchiude quasi una metà di più, cioè 3038 e che quindi mille pagine di questa equivalgono a 1452 dell'edizione precedente. A ciò aggiungi che per agevolare le tue ricerche posi in fine del volume un indice alfabetico della massima parte dei nomi geografici che s'incontrano nel libro, ed in testa d'ogni pagina l'indicazione delle materie ivi contenute. Tu vedi pertanto che nei due anni da me spesi intorno a questa ristampa per far sì che le mie istituzioni di geografia ti comparissero innanzi meno indegne del tuo favore, io non ebbi tempo davvero di oziare un istante, e dovetti dedicare a questo libro tutte le ore che le mie occupazioni scolastiche mi lasciarono in libertà.

Ma ora almeno mi si dirà: tu sarai contento del tuo lavoro. — Oh lettore mio, non toccare questo tasto. Io non posso che invidiare coloro che sono sempre soddisfatti di quanto esce dalle loro labbra e dalla loro penna. In quanto a me, ti dirò che il caso mio è per l'appunto quello di colui, che, entrato in ballo senza volerlo, si sforza di ballare il meglio che sa, non pel desiderio di segnalarsi, ma per quell'amore invincibile del *meglio*, tanto nemico (dice il proverbio) del *bene*, e (aggiungo io) di chi lo ricovera in casa propria. Del resto, se io dovessi ricominciare ancora, e avessi la forza di eseguire la mia idea, io vorrei fare una cosa del tutto diversa.

Vorrei nominare meno cose, e dichiararle di più. Vorrei rivolgermi alla tua fantasia e dipingerti al vivo le scene, dove su- blimi, e dove ridenti, delle varie regioni della terra, e spiegarti i fenomeni atmosferici e vulcanici a cui vanno soggette, e darti

una chiara idea, anche con opportuni disegni, delle loro più singolari e più utili produzioni, e informarti abbastanza della storia, del carattere, delle istituzioni, e degli usi delle varie genti. Vorrei insomma che un libro di geografia servisse di occasione a somministrare con somma chiarezza al giovine lettore tutto quel cumulo di cognizioni, di cui deve esser fornita una persona colta.

Ma a ciò fare bisognerebbe che io fossi nientemeno che un geologo come il Gastaldi e come lo Stoppani, che non solo fa progredire la scienza, ma sa renderla bella, accessibile a tutti, e perfino educativa (*); bisognerebbe che sapessi di statistica, di geografia, e di tante altre cose, come Cesare Correnti e Cristoforo Negri, e che all'età mia senile giovaneggiassero in me l'immaginazione e la parola così vigorose come nel primo, e così lussureggianti come nel secondo; bisognerebbe che conoscessi la storia così profondamente come Ercole Ricotti, e con tutta quell'estensione e quell'immenso accompagnamento di onnigena erudizione, con cui la conosce (e con tanta attrazione la scrive) Cesare Cantù; bisognerebbe che per mente e per sapere filosofico mi avvicinassi al Bertini, al Ferri, e a quel gran fondatore della nuova scuola italiana, Terenzio Mamiani, tanto copioso, e puro, ed elegante come scrittore, e tanto nuovo, libero, e nondimeno sempre sensato come filosofo; bisognerebbe che fossi insieme un botanico insigne come il Denotaris, un grande idraulico come il Lombardini, un naturalista e scrittore vario e fecondo come il Lessona e il Mantegazza, ed un geografo e cartografo valente come Guido Cora, che (per usare le parole del Correnti) *aspira ad essere il Petermann dell'Italia*; e di più bisognerebbe che io prassi occhi, o, per meglio dire, coll'occhio esperto ed acuto dell'Antinori, del Beccari, del Giglioli, del Miniscalchi, dell'Arco-

(*) Tutti i geologi ben conoscono il *Corso di geologia* del prof. Antonio Stoppani, e le altre numerose Opere e Memorie del medesimo autore; ma un libro di lui, pubblicato testè dalla Ditta Giacomo Agnelli, ed intitolato: *Il bel paese, Conversazioni sulle bellezze naturali, la geologia, e la geografia fisica d'Italia* (un vol. in-8 di 488 pag. al prezzo di lire 4,50), non istarà certo nel ristretto circolo degli scienziati, divertirsi ed istruirsi ad un tempo. Il Romagnosi diceva che a ben comporre gli elementi d'una scienza bisogna prima possederla in tutta la sua ampiezza e profondità. Ed infatti quegli soltanto che ha con essa più intima domestichezza e può ritrarla nelle sue forme più semplici e più schiette, e spogliarla del suo abito imponente senza ne sfigurarla, né avvilirla. E questo appunto è il caso dello Stoppani e del nuovo suo libro; se non che egli in esso non monta in cattedra, ma conversa: e conversa festevolmente, sapidamente, e con disinvolta eleganza, come un buon zio coi suoi giovani nipoti; ai quali fa entrare in mente la scienza più per gli occhi che per le orecchie, più passeggiando e celiando, che insegnando, più con dilettevoli racconti, che con lezioni. E che vivacità! che brio! che spigliatezza ed eleganza di stile! Io non ho potuto a meno, chiudendo il libro, di mandare un sospiro di ringraziamento alle sterili fatiche della mia giovinezza, e alla fortuna della novella generazione, che può imparare tante cose utili e belle viaggiando col Verne e passeggiando e conversando all'amichevole con Antonio Stoppani!

nati Visconti, dell'Orio, del Doria, del Beltrame, del Guarmani, del D'Albertis, e (tacendo qui degli stranieri) di altri nostri viaggiatori viventi, non meno coraggiosi che dotti.

Ma quando mi fosse concesso tutto ciò, e dato inoltre tempo e vigore, credi tu, o cortese lettore, che basterebbe un volume a tanta impresa? A monte dunque i bei sogni, e lasciami godere un poco, non di aver tirato, ma di aver finito di tirare questa pesante carretta.

CONCLUSIONE.

Abbandonando l'esposizione de' principj e imprendendo quella della geografia particolare, che è la materia del secondo e del terzo libro, il mio lavoro discese dalle ariose balze della trattazione scientifica, ed entrò nella spinosa selva della compilazione. Ed è questa veramente una selva selvaggia, in cui spesso accade che il povero compilatore si addentri e si smarrisca nel folto di quei pruneti tanto maggiormente, quanto più vuol procedere cauto e vigilante, quanto più per assicurarsi interroga un gran numero di guide, e quanto più si prende a cuore i loro frequentissimi dispareri e si mette in capo, o di volere accordare le loro contraddizioni, o di cavarne almeno col lume di un po' di critica un qualche indirizzo.

Il volerti qui nominare, o cortese lettore, tutte le suddette guide da me interrogate, sarebbe un farti una lunga litania, che io non sarei sicuro di scriverti intera e che tu forse salteresti a piè pari. Le fonti del resto più autorevoli, e direi quasi classiche in geografia, non possono essere da alcuno trascurate; di molti autori vedrai citate le opere nel corso di questo volume; e di moltissimi altri, che consultai raramente, sarebbe stato soverchio il fare menzione; insomma credi, che non ho risparmiato indagini, per quanto l'ampiezza della materia il permise, a fine di essere informato da chi mi parve più istruito dei luoghi da me descritti.

Tutte le descrizioni orografiche e idrografiche furono da me composte sulle carte specialmente del Berghaus, del Petermann, e del Kieper, e sul grande Atlante dello Stieler, non senza però consultare alcune delle migliori opere su tale materia, come quella sulle *Alpi che cingono l'Italia* del Saluzzo, l'*Orographie* del Bruguière, gli *Studi topografici e strategici sull'Italia* di Luigi e Carlo Mezzacapo, ecc. Dalle mirabili pubblicazioni della direzione generale di statistica del nostro regno, e da quelle dei vari ministeri; dal *Giro del Mondo*, edito dal Treves, dal *Bollettino della Società geografica italiana*, dall'*Année géographique*

que del sig. Vivien de Saint-Martin (tutte le annate finora uscite), dal *Cosmos* del Cora, dal *Bollettino* del Circolo geografico di Torino, dal *Bulletin de la Société de géographie*, dalla *Rivista marittima*, dal *Bollettino consolare italiano*, dalle opere pubblicate dal Club alpino, dagli *Annali di Statistica* del Sacchi, dall'*Economista d'Italia*, dall'*Economista di Firenze*, dalla *Revue des deux mondes*, dalla *Nuova Antologia italiana*, dalla *Rivista europea*, e da molte altre *Riviste* e pubblicazioni periodiche italiane e straniere, ho tratto gran ricchezza di cognizioni sullo stato presente dei diversi paesi. Riguardo alle opere non periodiche ne ricorderò soltanto alcune, che non vennero citate nella precedente edizione perchè posteriori. Tali sono: la nuova edizione della *Géographie générale* di L. Dussieux, *Les Phénomènes terrestres* di Eliseo Reclus; l'*Italia economica* dei Maestri (1868 e 1869), e del Bodio (1873); la *Géographie universelle* di L. Grégoire; il *Saggio di Geografia strategica* del colonnello G. Sironi; *Il commercio indo-europeo e la marineria mercantile italiana a vela ed a vapore*, del signor Jacopo Virgilio; *La geografia statistica del regno italiano*, del dott. Ugo Francesco Brachelli (in tedesco); gli *Scritti geografici* del prof. Malfatti, in fine la *Geografia fisica* di quel *Proteo* del sapere, Girolamo Boccardo.

Omettendo altri ragguagli e avvertimenti che allungherebbero di troppo questa già lunga cicalata, mi congedo da te, o amico lettore, facendo voti che quest'opera ti possa recare una qualche utilità. Mi costò essa più e più anni di gravissimi sacrifici e di indefesso lavoro. La scrissi senza previsione di gloria, perchè l'alloro non nasce in siffatto terreno, e senza aspettativa di lucro, perchè il piccol compenso che a me deve ad ogni ristampa il proprietario editore di quest'opera, sarebbe stato eguale se invece di spenderci attorno due anni di lavoro, ci avessi impiegato due mesi soltanto; ed anzi vedrei ora il suo viso raggiante di gioia e di gratitudine, se invece di accrescere di 452 pagine il volume della precedente edizione, come di sopra ti ho dimostrato, l'avessi diminuito di altrettanto. Tu vedi pertanto che hai a fare, non solo con un autore di tempi barbogi, ma anche con editori stranamente discreti, che ti offrono per lo stesso prezzo pel quale fu venduta l'altra ristampa di questo libro, (prezzo già da tutti riconosciuto per modicissimo) ti offrono, dico, un volume quasi della metà più grande dell'altro. Se dunque io non dovessi potere addurre, o amico lettore, neppure la bella scusa di aver fatto cosa a te vantaggiosa, io avrei il rimorso e la vergogna di aver sudato tanto per far danno a me e agli editori e non recar profitto ad alcuno.

INDICE

LIBRO PRIMO

Prenozioni di Geografia generale.

CAPO PRIMO.

Prenozioni astronomiche che hanno più stretta relazione colla geografia.

CAPITOLO 1.° *La forma e i movimenti reali della terra e i loro effetti.* — Che si debba intendere per cielo, stelle, pianeti, costellazioni. — La Terra nel centro dell'universo. La sfera celeste. — Prove della forma sferica o quasi sferica della Terra e del suo isolamento nello spazio. — Moto apparente della sfera celeste; il suo asse, i suoi poli; l'Orsa minore; i punti cardinali. — L'orizzonte sensibile, e la sua varia ampiezza. L'orizzonte astronomico. Il zenit e il nadir. — I Meridiani. — La sfera. L'asse, i poli, l'equatore, i paralleli, e i meridiani della sfera terrestre e della celeste. — La longitudine terrestre. — La latitudine terrestre. Come si colleghi colla cognizione dell'altezza del polo. — Forma precisa e dimensioni della Terra. — Lunghezza del grado del meridiano e dei paralleli nelle diverse latitudini. Alcune principali misure itinerarie. — Moto diurno della Terra e suoi effetti. — Le apparenze del moto annuo del sole. L'eclittica, i tropici, i solstizi, gli equinozi, e i circoli polari. — Durata, estensione, velocità, della rivoluzione annua della Terra. — Ragione dell'apparente viaggio del Sole sotto le dodici costellazioni dello zodiaco. — Inclinazione sull'eclittica e parallelismo dell'asse terrestre. — La diversa durata dei giorni e delle notti nei vari tempi dell'anno e ne' vari paesi. I crepuscoli. — Cause della diversa temperatura nelle varie ore del giorno e nelle varie stagioni. Zone terrestri. — La precessione degli equinozi. — Il giorno sidereo ed il giorno solare. — Il tempo vero ed il tempo medio. — Il calendario presso gli antichi. Riforma di Giulio Cesare. Riforma di Gregorio XIII pag. 1-32

CAPITOLO 2.° *Il sistema planetario solare. Le stelle.* — Divisione degli astri e dei pianeti. — I sistemi di Tolomeo, di Copernico, e di Tico Brahé. — Movimenti del Sole, sue dimensioni, sue macchie. — La Luna, le sue dimensioni, e i suoi movimenti. — Le fasi della Luna. — Gli eclissi. — Le comete. — Classazione e distanza delle stelle. Stelle periodiche, temporanee, doppie. Le nebulose. I moti delle stelle pag. 33-44

CAPITOLO 3.° *Delle proiezioni geografiche.* — Scopo delle proiezioni geografiche. — I principali sistemi di proiezione usati nei planisferi. — La rappresentazione di una regione. La scala. Lo sviluppo conico modificato pag. 44-48

CAPO SECONDO.

Geografia fisica generale.

CAPITOLO 1.° *La crosta terrestre.* — Lo strato di temperatura invariabile. Il fuoco centrale. Formazione della crosta terrestre. I fossili. — Divisione massima delle rocce. — Le principali specie di rocce ignee. — Le principali specie di rocce sedimentarie. — Sezione ideale della crosta terrestre pag. 49-58

CAPITOLO 2.º *Classificazione delle terre e delle acque e osservazioni generali.* — I continenti, le isole, la loro superficie, e il loro contorno in generale. — I tre continenti e le cinque parti del mondo. — Divisione massima dell'oceano. — Le terre in relazione col mare, ossia isole, gruppi, arcipelaghi, banchi, scogli, atolli, rive, dune. — Altezza assoluta e relativa. — Divisione delle terre secondo la loro direzione, altitudine, e fertilità; ossia pianure, bassipiani, altipiani, deserti, steppe, oasi, ecc. — I monti, e le loro parti, forme, e specie diverse. — Valli e varchi; loro parti, e loro specie. — Vulcani, loro parti, specie, eruzioni, e regioni principali. — Alcuni fenomeni che si collegano coi vulcani. — Le acque. Varie specie di mediterranei, e di seni. — Origine delle fonti. I fiumi e i canali. — Cascate, inondazioni, ed alluvioni. — Laghi, stagni, e lagune. — Bacini geografici; grande importanza della loro cognizione; versanti; spartiacque. — Un'altra occhiata al planisfero. Distribuzione delle terre e delle acque. Confronti d'aree e di litorali. Penisole. Il continente antico pag. 58-76

CAPITOLO 3.º *L'atmosfera.* — Estensione, composizione, pressione, e utilità dell'atmosfera. — Cause dei venti. Gli alisei, i contr'alisei, e le calme. — I monsoni o mussoni. Le brezze. — Venti accidentali, dominanti, nocevoli. Influenza dei venti sul clima. — Il vapore acqueo. Sua saturazione. Cause che favoriscono l'evaporazione. — Rugiada, brina, nebbia, nuvole, pioggia, neve. — Il pluviometro. Piogge, periodiche e accidentali, e spiegazione di vari fenomeni. — Temperatura media, massima, e minima. Andamento della temperatura diurna, mensile, ed annua. Variazioni non periodiche. — Linee isoterme, isochimiche, ed isoteriche. Equatore e poli termici. Temperatura secondo l'altitudine. Nevi perpetue. Ghiacciai pag. 76-93

CAPITOLO 4.º *Il mare.* — Profondità, colore, e fosforescenza del mare. Composizione dell'acqua marina. I ghiacci galleggianti. L'oceano Artico. — I moti del mare. Le onde. La marea, e le sue cause. — I moti propri del mare, ossia le correnti in generale e le loro cause. La corrente equatoriale. — Alcune delle principali correnti. Utilità della loro cognizione. Vortici pag. 93-103

CAPITOLO 5.º *I climi.* — I climi; la loro divisione, e le loro cause. — Zone climatiche secondo la temperatura, le piogge, le nevi, e i prodotti vegetali pag. 102-108

CAPO TERZO.

Geografia politica generale.

CAPITOLO 1.º *I popoli e le lingue.* — I tipi delle cinque razze umane. Gli Ibridi. — Divisione degli uomini in famiglie etnografiche. La famiglia ariana o indo-europea. — Famiglia semitica. — La famiglia scitica, o Uralo-Altaica, o tartara. — La famiglia iberica. — La famiglia cinese. — La famiglia malese. — Le famiglie Americane. — I Negri. I cafri. Gli Ottentotti. — Gli Etiopi. — I Negri Oceanici. — Le lingue. Significati sostanziali e formali delle parole. Lingue semplici e monosillabiche. Lingue affissive. — Lingue flessive pag. 109-123

CAPITOLO 2.º *Le religioni.* — Le principali religioni. Il cristianesimo e le sue divisioni. — Il giudaismo, l'islamismo, e il mazdeismo. — Il bramanesimo, il buddismo, e altre religioni dell'Asia orientale pag. 124-131

CAPITOLO 3.º *Le forze degli stati.* — La società civile ed il suo fine. La sovranità e i poteri in cui si divide. Le principali forme di governo. — Lo stato e le sue parti. La nazione e i suoi vincoli. — La statistica. Le forze degli stati. Civiltà morale, politica. — Civiltà materiale. Il territorio. La popolazione, le forze militari. — L'agricoltura, l'industria, il commercio, e le finanze pag. 131-146

LIBRO SECONDO

Geografia Fisica e Politica dell'Europa.

SEZIONE PRIMA. L'EUROPA IN GENERALE pag. 145

SEZIONE SECONDA. L'ITALIA.

CAPO 1.º *Notizie generali fisiche e politiche della regione italiana* 168

CAPO 2.º *Il Regno d'Italia.*

CAPITOLO 1.º *Governo e statistica* 196

CAPITOLO 2.º *Regioni e provincie settentrionali del regno.*

ART. 1.º *Regione piemontese o dell'alto Po* 239

ART. 2.º *Regione lombarda e dei fiumi lacuali* 259

ART. 3.º *Regione veneta* 277

ART. 4.º *Regione dell'Emilia o Cispadana media e orientale* 294

ART. 5.º *Regione ligure* 306

CAPITOLO 3.º *Regioni dell'Italia centrale.*

ART. 1.º *Regione tirrenica* 314

ART. 2.º *Regione delle marche* 362

ART. 3.º *Regione abruzzese* 368

CAPITOLO 4.º *Regioni dell'Italia meridionale.*

ART. 1.º *Il mezzogiorno della penisola* 373

ART. 2.º *La Sicilia* 399

ART. 3.º *Regione sarda* 409

CAPO 3.º *Paesi italiani non compresi nel regno d'Italia* 414

Appendice, sulla rete ferroviaria 427

SEZIONE TERZA. LA REGIONE IBERICA.

CAPO 1.º *Notizie generali fisiche e politiche della regione* 429

CAPO 2.º *Il regno di Spagna, la repubblica di Andorra e Gibilterra* 434

CAPO 3.º *Il regno del Portogallo* 442

SEZIONE QUARTA. REGIONE SLAVO-GRECA.

CAPO 1.º *Notizie generali fisiche e politiche della regione* 446

CAPO 2.º *Turchia europea.*

CAPITOLO 1.º *Paesi immediatamente soggetti* 451

CAPITOLO 2.º *Stati tributari* 458

CAPO 3.º *Regno di Grecia* 459

SEZIONE QUINTA. REGIONE GALLICA.

CAPO 1. ^o <i>Notizie generali fisiche e politiche della regione</i> . . .	pag. 463
CAPO 2. ^o <i>Repubblica Francese.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Notizie generali</i>	» 474
CAPITOLO 2. ^o <i>Luoghi più notevoli della Francia</i>	» 484
CAPO 3. ^o <i>Il regno del Belgio</i>	» 507
CAPO 4. ^o <i>Repubblica federale Svizzera</i>	» 513

SEZIONE SESTA. REGIONE GERMANICA E REGIONE DANUBIANA.

CAPO 1. ^o <i>Notizie generali fisiche e politiche delle due regioni</i> . . .	» 519
CAPO 2. ^o <i>Monarchia austro-ungherese.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Notizie generali</i>	» 533
CAPITOLO 2. ^o <i>Regioni e città principali</i>	» 539
CAPO 3. ^o <i>Impero Germanico.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Notizie generali</i>	» 554
CAPITOLO 2. ^o <i>Regno di Prussia.</i>	
ART. 1. ^o <i>Notizie generali</i>	» 559
ART. 2. ^o <i>Le provincie e le principali città</i>	» 562
CAPITOLO 3. ^o <i>Gli altri Stati settentrionali dell'impero</i>	» 575
CAPITOLO 4. ^o <i>Gli stati meridionali dell'impero.</i>	
ART. 1. ^o <i>Il regno di Baviera</i>	» 582
ART. 2. ^o <i>Territori svevi, Württemberg, Baden, e Liechtenstein</i>	» 585
ART. 3. ^o <i>Assia Darmstadt e Alsazia Lorena</i>	» 589
CAPO 4. ^o <i>Il regno di Danimarca</i>	» 592
CAPO 5. ^o <i>Paesi Bassi e G. Ducato di Lussemburgo</i>	» 596

SEZIONE SETTIMA. REGIONE BRITANNICA.

CAPO UNICO. <i>Regno unito della Gran Bretagna e Irlanda.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Geografia fisica</i>	» 604
CAPITOLO 2. ^o <i>Geografia politica.</i>	
ART. 1. ^o <i>Notizie generali</i>	» 611
ART. 2. ^o <i>Luoghi principali</i>	» 620

SEZIONE OTTAVA. REGIONE SCANDINAVA.

CAPO 1. ^o <i>Geografia fisica</i>	» 636
CAPO 2. ^o <i>Il regno di Svezia</i>	» 639
CAPO 3. ^o <i>Il regno di Norvegia</i>	» 643

SEZIONE NONA. REGIONE ORIENTALE.

CAPO UNICO. <i>Russia europea.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Geografia fisica</i>	» 646

CAPITOLO 2.^o *Geografia politica.*

ART. 1. ^o <i>Notizie generali</i>	pag. 654
ART. 2. ^o <i>Luoghi principali</i>	» 664

LIBRO TERZO

Asia, Africa, America, ed Oceania.

SEZIONE PRIMA. ASIA.

CAPO 1. ^o <i>L'Asia in generale</i>	» 675
CAPO 2. ^o <i>Turchia asiatica.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Anatolia</i>	» 684
CAPITOLO 2. ^o <i>Armenia turca, Al-Gezireh, Irak-Arabi, e Kurdistan</i>	» 689
CAPITOLO 3. ^o <i>Siria</i>	» 694
CAPITOLO 4. ^o <i>Isole. Notizie statistiche della Turchia asiatica</i>	» 699
CAPO 3. ^o <i>Arabia</i>	» 702
CAPO 4. ^o <i>Iran</i>	» 707
CAPO 5. ^o <i>Turan</i>	» 714
CAPO 6. ^o <i>India citeriore.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Notizie generali</i>	» 719
CAPITOLO 2. ^o <i>Luoghi principali dell'India</i>	» 731
CAPO 7. ^o <i>India ulteriore</i>	» 741
CAPO 8. ^o <i>Impero Cinese.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Cina propria</i>	» 748
CAPITOLO 2. ^o <i>Gli altri paesi dell'impero cinese</i>	» 760
CAPO 9. ^o <i>Giappone</i>	» 765
CAPO 10. ^o <i>Asia russa</i>	» 768

SEZIONE SECONDA. AFRICA.

CAPO 1. ^o <i>L'Africa in generale</i>	» 776
CAPO 2. ^o <i>L'Africa boreale.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>La Berberia</i>	» 781
CAPITOLO 2. ^o <i>Il Sahara</i>	» 788
CAPITOLO 3. ^o <i>Il bacino inferiore del Nilo</i>	» 792
CAPO 3. ^o <i>L'Africa centrale.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Il bacino del fiume Bianco, e i paesi circostanti</i>	» 799
CAPITOLO 2. ^o <i>Le coste orientali dell'Africa centrale</i>	» 807
CAPITOLO 3. ^o <i>Il Sudan o la Nigritia</i>	» 809
CAPO 4. ^o <i>L'Africa meridionale.</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>I paesi occidentali dell'Africa meridionale</i>	» 818
CAPITOLO 2. ^o <i>I paesi orientali dell'Africa meridionale</i>	» 821
CAPITOLO 3. ^o <i>I paesi di mezzo dell'Africa meridionale</i>	» 823
CAPITOLO 4. ^o <i>L'estremità dell'Africa meridionale</i>	» 824
CAPO 5. ^o <i>Le isole</i>	» 829

SEZIONE TERZA. AMERICA SETTENTRIONALE.

CAPO 1. ^o <i>Geografia fisica</i>	pag. 834
CAPO 2. ^o <i>La Nuova Bretagna</i>	851
CAPO 3. ^o <i>Gli Stati Uniti</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>Notizie generali</i>	858
CAPITOLO 2. ^o <i>Stati, territori, e principali città</i>	864
CAPO 4. ^o <i>La repubblica del Messico</i>	882
CAPO 5. ^o <i>L'America centrale</i>	
CAPITOLO 1. ^o <i>L'America centrale propriamente detta</i>	890
CAPITOLO 2. ^o <i>L'Arcipelago colombiano</i>	894

SEZIONE QUARTA. AMERICA MERIDIONALE.

CAPO 1. ^o <i>Geografia fisica</i>	902
CAPO 2. ^o <i>Il settentrione dell'America meridionale</i>	914
CAPO 3. ^o <i>Le repubbliche dell'Equatore, del Perù, e della Bolivia</i>	923
CAPO 4. ^o <i>L'impero del Brasile</i>	930
CAPO 5. ^o <i>Il mezzogiorno dell'America meridionale</i>	939

SEZIONE QUINTA. OCEANIA.

CAPO 1. ^o <i>Oceania in genere e Malesia in particolare</i>	951
CAPO 2. ^o <i>La Melanesia</i>	965
CAPO 3. ^o <i>La Polinesia, e le Terre antartiche</i>	982
<i>Indice alfabetico dei nomi geografici</i>	993

AVVERTENZE IMPORTANTI.

Le carte geografiche che più corrispondono alle descrizioni contenute in quest'opera sono quelle del grande Atlante di Stieler e per conseguenza quelle anche del tanto diffuso Atlante scolastico di Stieler e Berghaus.

In quest'opera si adopera per primo meridiano quello che passa per l'isola del Ferro, che è 20° a ovest del meridiano di Parigi, 17° 40' a ovest di quello di Greenwich, 60° a est di quello di Washington, e 30° 8' a ovest di quello di Roma.

La latitudine s'intende essere settentrionale, quando non è notato il contrario, o quando le circostanze suppliscono chiaramente al difetto di tale indicazione.

La longitudine è sempre contata ad oriente dell'isola del Ferro fino a 360°.

Il numero posto tra parentesi vicino al nome delle città indica in migliaia la loro popolazione; vicino ai nomi dei fiumi indica in chilometri la loro lunghezza, e vicino ai nomi dei monti indica in metri la loro altitudine.

LIBRO PRIMO

PRENOZIONI DI GEOGRAFIA GENERALE

CAPO PRIMO

PRENOZIONI ASTRONOMICHE

CHE HANNO PIÙ STRETTA RELAZIONE COLLA GEOGRAFIA

CAPITOLO PRIMO.

La forma e i movimenti reali della terra, e i loro effetti.

§ 1. Che si debba intendere per cielo, stelle, pianeti, costellazioni. — La Terra è un globo isolato nello spazio come sono isolati il Sole, la Luna, e tutti gli astri. Quest'immenso globo ha una superficie di quasi 510 milioni di chilometri quadrati ed è attorniato da un'atmosfera, ossia da un ammasso d'aria, che si eleva sopra il suolo per circa ottanta chilometri.

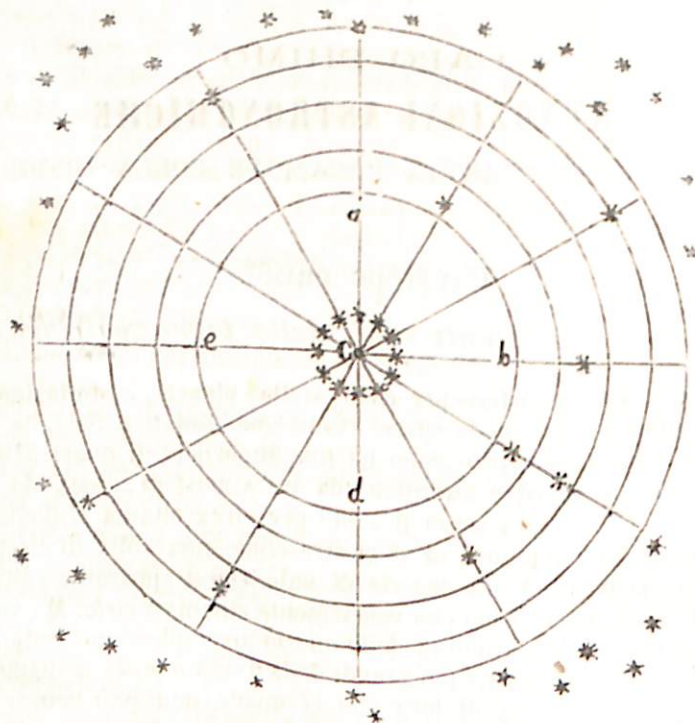
L'aria veduta in lontananza ci si mostra come una volta di cristallo, ora di un chiaro azzurro, ed ora coperta di nubi. Quest'apparente volta, su cui sembrano fissi gli astri, è ciò che volgarmente chiamasi *cielo*. Ma veramente il cielo altro non è che l'infinità dello spazio ove splendono milioni e milioni di stelle, smisuratamente più grandi della Terra e poste a distanze tanto sterminate e da noi e tra di loro che la mente non può pensarvi senza smarrirsi.

Gli astri sono di due specie. Per la massima parte risplendono, come il Sole, di luce propria, e non cangiano sensibilmente di posto gli uni rispetto agli altri; e questi diconsi propriamente *stelle*. Alcuni altri invece sono per sé stessi oscuri, non avendo altra luce che quella che ricevono dal Sole, siccome la Terra e la Luna; e questi diconsi *pianeti*. Degli uni e degli altri faremo ancora più in là un qualche cenno. Qui ci limiteremo solo a notare che gli astronomi fin da tempi antichissimi spartirono il cielo stellato in vari gruppi di stelle o *costellazioni*, che distinsero con nomi suggeriti, o da qualche leggerissima somiglianza di figura, o da qualche circostanza che essi significarono simbolicamente, o dal desiderio di eternar la memoria di alcuni eroi e di altri celebri personaggi.

§ 2. La Terra nel centro dell'universo. La sfera celeste. — In qualunque punto della superficie terrestre noi ci trasportiamo, l'infinità dello spazio ci si mostra tutt'all'intorno. I telescopi ci fanno vedere una moltitudine di astri invisibili ad occhio nudo; telescopi più forti ce ne manifestano innumerevoli altri, invisibili coi primi; ogni nuova invenzione che accresca la potenza di quest'istrumenti ci apre un nuovo spettacolo di miriadi di mondi

che la forza dei cannocchiali precedenti non valeva a svelarci. La Terra dunque, al pari d'ogni altro astro, si può considerare situata nel centro dell'universo, cioè nel centro di tutti i circoli e di tutte le sfere sterminate che intorno a noi possiamo idealmente descrivere con raggi eguali alle diverse distanze degli astri che ne circondano.

Fig. 1.



Questa diversità di distanza tra la Terra e ciascuno degli astri sparsi per l'infinità del creato è dimostrata dalle osservazioni e dai calcoli degli astronomi; onde la contraria apparenza, che ce li fa vedere come affissi ad una volta curvata intorno a noi, non può essere considerata che come un'illusione della nostra vista. Poichè però l'attenersi a tale apparenza in molti casi semplifica il discorso senza pregiudicare per nulla alla sua esattezza, perciò s'introdusse l'uso di parlare della sfera celeste come se vi fosse realmente intorno a noi ad un'altezza indeterminata una volta sferica su cui tutti gli astri fossero situati.

§ 3. Prove della forma sferica o quasi sferica della Terra e del suo isolamento nello spazio. — Tra le molte prove della forma quasi sferica della Terra e del suo isolamento nello spazio, citeremo le seguenti:

1.^o Gli oggetti molto lontani, in una vasta pianura che l'occhio possa percorrere senza alcun impedimento, o meglio anche sulla superficie calma del mare, presentano sempre alla vista anzi tutto le parti superiori e poi gradatamente le inferiori, quand'anche sieno queste più voluminose ed appariscenti di quelle. Il contrario avviene allorchè gli oggetti vicini si allon-

tanano. Così una nave veleggiante per l'alto, mentre si trova ad una distanza in cui tutte le sue parti dovrebbero ancora per lungo tempo distintamente vedersi, nondimeno a chi la riguarda dal lido o da altra nave va nascondendo lentamente prima lo scafo, poi le vele, e poi l'estremo dell'albero, come se andasse a poco a poco affondandosi nell'acqua.

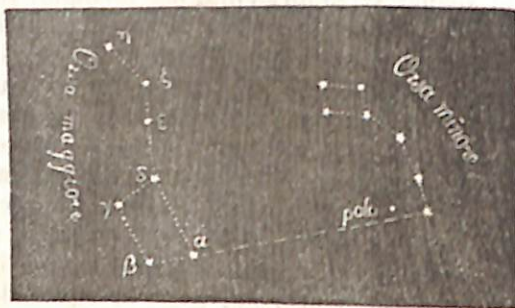
2.^o Viaggiando alcuno verso un punto, per esempio, verso la parte dove tramonta il Sole, e continuando sempre a dirigersi a quella volta, avviene che, invece di allontanarsi sempre più dal luogo da cui si mosse, come dovrebbe accadere se la terra fosse piana, egli torna dopo un certo spazio a ravvicinarsi al punto della sua partenza e infine a riportarvi il piede. Ciò accadde per la prima volta alla nave comandata da Magellano e (dopo la morte di lui) dal suo luogotenente Elcano, la quale salpò nel 1519 dal porto spagnuolo di Palos e viaggiò per tre anni continui sempre verso occidente, finchè, dopo aver visitato l'America, l'Asia, e l'Africa, si ritrovò nel porto di Palos donde già prima s'era partita. Da quel tempo in poi il giro del mondo fu spesso ripetuto per ogni verso e si va ripetendo continuamente in modo che la rotondità della Terra è divenuta, per così dire, una verità palmare.

3.^o Viaggiando sulla Terra verso una medesima parte, per esempio, verso settentrione, noi non vediamo tutti i medesimi astri che vedevamo dal luogo della nostra solita dimora, ma andiamo, per così dire, ad ogni passo scoprendo innanzi a noi una nuova porzione di cielo splendente di stelle non mai prima da noi vedute, intantochè dietro alle nostre spalle, ossia a mezzogiorno, un'egual porzione sfavillante di astri a noi già noti va sotto all'orizzonte e si sottrae per sempre al nostro sguardo. Così la nostra vista perde da una parte quanto guadagna dall'altra. Ma non si restringe a questo solamente l'effetto del nostro viaggiare sulla terra. Noi vediamo pure che tutti gli altri astri, a mano a mano che ci avanziamo, cambiano rispetto a noi di posizione. Ci sembra (se andiamo confrontando a intervalli bastevolmente grandi le successive loro posizioni) che anch'essi viaggino del nostro passo, ma pel verso contrario al nostro, gli uni salendo dinanzi a noi su per la volta celeste, e gli altri discendendo per essa verso il suo lembo meridionale finchè sott'esso si nascondono. Ora è chiaro che questo apparente moto del cielo prodotto dal nostro moto reale non potrebbe essere circolare se tale pur non fosse la linea da noi percorsa sulla superficie terrestre.

4.^o Se la Terra fosse abitabile soltanto nella sua faccia superiore, e questa fosse piana, siccome credevasi in antico, i varî popoli del mondo dovrebbero, allo spuntar del Sole, veder tutti nello stesso tempo la sua luce, e, al suo tramontare, restarne privi tutti in un medesimo istante. Così un lume che girasse intorno a questo libro, appena si levasse sul piano di questa pagina, non potrebbe a meno d'illuminarne tutti i punti in un medesimo tratto, e similmente non potrebbe poi non lasciarli ad uno stesso momento tutti nell'ombra subitochè, compiuto il giro al di sopra della pagina, calasse sotto di essa. Ma bene altrimenti avviene sulla Terra. Le vicende del giorno e della notte, mentre succedono nei medesimi istanti in tutti i paesi che sono egualmente orientati od occidentali, accadono invece in tempi diversi in tutti quegli altri che trovansi diversamente avanzati verso oriente o verso occidente; insomma succedono nei modi precisi in cui debbono accadere sopra una sfera.

§ 3.^o Infine negli eclissi lunari, che avvengono per l'interposizione della Terra tra il Sole e la Luna, la rotondità del nostro pianeta ci è dimostrata dalla figura dell'ombra sua che investe la Luna.

Fig. 2.



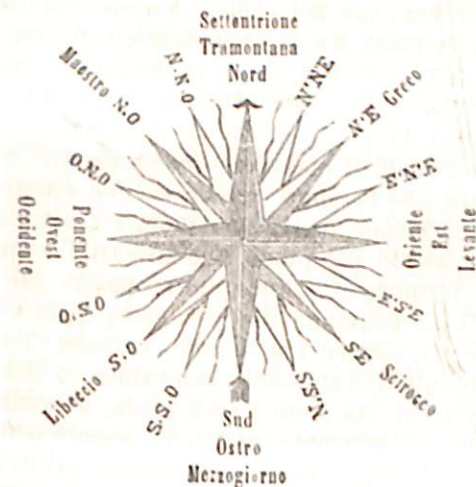
§ 4. Moto apparente della sfera celeste; il suo asse; i suoi poli; l'Orsa minore; i punti cardinali. — Secondo quello che apparisce ai nostri occhi, il cielo, a guisa di una sfera di cristallo tempestata di lumi, si volge continuamente intorno a noi, compiendo un giro ad ogni ventiquattro ore. I due punti del cielo su cui esso si aggira apparentemente, come sopra due perni, sono i poli celesti; e la retta che possiamo tirare idealmente da un polo all'altro è l'asse del mondo. L'uno dei due poli, trovandosi presso ad una delle stelle appartenenti alla costellazione dell'Orsa minore, che in greco dicevasi *arctos*, viene distinto coll'aggiunto di *artico*; e l'altro, per opposizione, con quello di *antartico*. La stella più vicina al polo artico chiamasi *polare* (*).

Quest'apparente rivolgimento di tutti gli astri intorno a noi ci diè modo di fissare nel cielo vari punti, e di determinare così le diverse direzioni secondo cui si muovono i corpi o si succedono i luoghi sulla Terra.

La parte del cielo dove sorgono gli astri fu detta *oriente*, o *levante*, o anche (con nome forestiero) *est*; la parte diametralmente opposta, dove gli astri tramontano, si disse *occidente*, o *ponente*, oppure *ovest*; il punto, verso cui nell'ora di mezzodì si dirige l'ombra dei corpi, e dalla cui parte trovavasi la stella polare, si nominò *setentrione*, o *tramontana*, oppure *nord*; il punto in fine, che è diametralmente opposto al setentrione, e dalla cui parte trovavasi il Sole all'ora di mezzodì, fu chiamato *mezzogiorno*, *ostro*, oppure *sud*. Volgendo le spalle al Sole nell'ora di mezzodì, noi abbiamo il sud di dietro, il nord dirimpetto, l'est a destra, e l'ovest a sinistra.

(*) Ognuno facilmente ritrova in cielo le sette splendide stelle che fanno parte della costellazione, che chiamasi *Orsa maggiore* o *Carro*. Esse sono disposte nel modo che vedesi nella fig. 2. Una retta, che passi per le due stelle che rappresentano le due ultime ruote del Carro, e si prolunghi idealmente quanto è necessario, va ad imbroccare nella stella polare, con cui termina la coda dell'Orsa minore. Questa costellazione, come vedesi, si assomiglia di molto all'Orsa maggiore, e non ne differisce se non per essere più piccola, meno splendida e voltata pel verso contrario. Presso alla stella polare trovavasi il polo, che nella figura abbiamo notato con un punto, quantunque nel cielo non vi sia nulla che ne renda visibile il posto. Questo viene determinato prendendo il centro del piccolo circolo che pel moto diurno del cielo descrive la stella polare intorno al polo.

Fig. 3.



Fissati così questi quattro punti cardinali, si segnarono per le altre direzioni altri punti intermedi; e si chiamarono: *greco* o *nord-est*, il punto tra il nord e l'est; *maestro* o *nord-ovest*, quello tra il nord e l'ovest; *sci-rocco* o *sud-est*, quello tra il sud e l'est; e *libeccio* o *sud-ovest*, quello tra il sud e l'ovest. Procedendo quindi ad altre suddivisioni, si notarono altri punti intermedi, e si rappresentarono tutti questi punti con una figura che fu detta *la rosa dei venti*.

§ 5. L'orizzonte sensibile, e la sua varia ampiezza. L'orizzonte astronomico. Il zenit e il nadir. — La forma sferica della Terra fa sì che da un punto qualunque della sua superficie non se ne possa vedere che una piccola porzione, la quale ci si mostra come un cerchio confinante col cielo. La circonferenza di questo cerchio, la quale sembra segnare il confine della terra col cielo, dicesi *orizzonte sensibile*.

È chiaro che più l'osservatore trasportasi in alto, e più diviene ampio il suo orizzonte sensibile. Dall'altezza di un metro e un quarto il suo occhio può girare sopra una superficie di quattro chilometri di raggio; dall'altezza di 45 metri può spaziare all'intorno per quasi 24 chilometri; dall'altezza di 50 metri può giungere alla distanza di 25 chilometri; da quella di 400 metri può estendersi fin quasi a 36 chilometri; da 200 metri fino a 50 chilometri e mezzo; da 1000 metri fin quasi a 113 chilometri; da 1500 metri fino a 138 chilometri; da 2000 metri fin quasi a 160 chilometri; da 3000 metri fino a 195 chilometri e mezzo; da 4000 metri fin quasi a 225 chilometri; da 5000 metri (elevazione di poco superiore a quella del monte Bianco) fino a 252 chilometri; infine da 9000 metri (altezza superiore al monte Everest, la cui cima è il punto più elevato del globo) la vista non troverebbe l'apparente confine del cielo colla Terra che a 338 chilometri di distanza.

Ma non è l'orizzonte sensibile il limite della nostra vista riguardo agli astri. Due stelle che siensi vedute la sera, l'una nascere ad oriente, e l'altra nello stesso momento tramontare ad occidente, si rivedono al mattino sull'orizzonte la prima coricarsi ad occidente e la seconda nell'istante medesimo spuntare ad oriente. Questo fatto ci mostra che riguardo agli astri

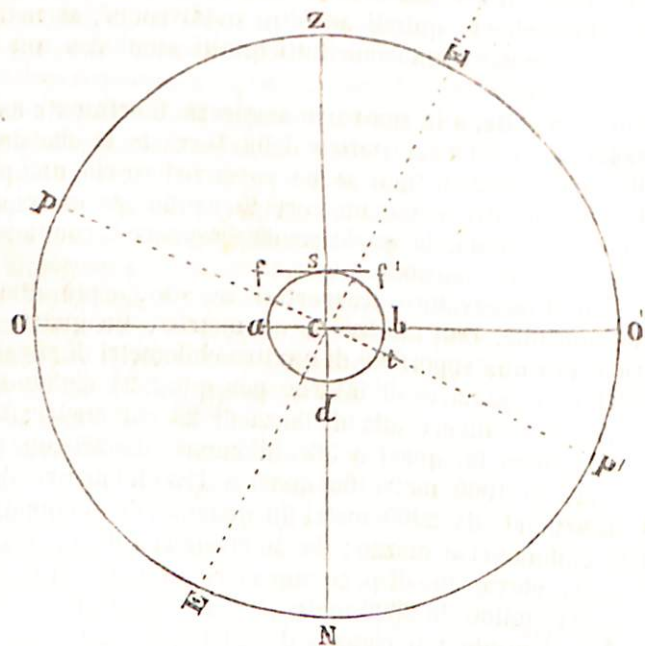
noi vediamo tutta una metà del cielo, come se fossimo collocati non già sulla superficie della Terra, ma nel centro di essa. Ciò deriva dall'esser affatto trascurabile la distanza tra la superficie ed il centro (ossia la lunghezza del raggio terrestre) in confronto all'immensa lontananza in cui si trovano il sole, i pianeti, e le stelle. Or questo circolo con cui termina la metà visibile del cielo chiamasi *orizzonte razionale* o *astronomico*. Esso può definirsi per *quel circolo il cui piano passante pel centro della terra divide non meno questa che la sfera celeste in due emisferi, che relativamente all'osservatore si dicono l'uno SUPERIORE e l'altro INFERIORE.*

La verticale che, passando pel punto ove trovasi l'osservatore e pel centro della Terra, va a terminare a due punti opposti del cielo, costituisce l'*asse dell'orizzonte* (*). Le estremità di quest'asse, ossia i due punti opposti del cielo ov'esso termina, diconsi i *poli dell'orizzonte*; l'uno de' quali è il punto del cielo soprastante al capo dell'osservatore, e dicesi *zenit*; e l'altro è il punto del cielo che sta sotto i suoi piedi, e nomasi *nadir*.

L'orizzonte sensibile e l'orizzonte razionale appartenenti ad uno stesso osservatore hanno il medesimo asse, e sono perciò paralleli.

Serva il minore dei cerchi $a s b d$ (fig. 4) a rappresentarci la Terra, e il maggiore $O Z O' N$, la sfera celeste. Nel punto ove s'incrociano le due

Fig. 4.



(*) Ognun sa che la retta perpendicolare al piano di un circolo e passante pel centro di esso dicesi *asse del circolo*. Non si dimentichi poi il lettore che chiamasi *verticale* la retta che ha la direzione del *filo a piombo*, ed *orizzontale* quella che è parallela alla superficie quieta delle acque. Quindi queste due rette, perpendicolari l'una all'altra, hanno origine ambedue dalla forza della gravità terrestre, giacchè è pure per cagione di questa che le acque si dispongono sempre colla superficie parallela al piano dell'orizzonte.

rette ZN ed ff' pongasi l'osservatore S . La retta ff' rappresenterà il piano del suo orizzonte sensibile, ed $O O'$ quello dell'orizzonte astronomico fra loro paralleli. Il secondo, passando pel punto C centro della Terra e della sfera celeste, divide l'una e l'altra in due emisferi, uno superiore $O Z O'$ ed $a s b$, e l'altro inferiore, $O N O'$ ed $a d b$. La retta ZN , perpendicolare ai piani dei due orizzonti e passante pei loro centri C ed S , è il loro asse, il cui polo superiore Z chiamasi *zenit* dall'osservatore S , e il polo inferiore N , il *nadir* del medesimo spettatore.

Se la superficie terrestre fosse piana, le verticali innalzate dai diversi punti di essa sarebbero tutte parallele e tutte dirette verso una stessa parte del cielo; ond'è che tutti i popoli del mondo vedrebbero uno stesso emisfero celeste e avrebbero uno stesso orizzonte. Ma, essendo la Terra di forma sferica, la cosa procede assai diversamente. Le verticali innalzate dai diversi punti della sua superficie, altro non essendo che i prolungamenti dei raggi terrestri, sono rivolte a tutte le parti del cielo; e perciò ogni paese ha un diverso orizzonte, e vede in conseguenza un emisfero celeste in tutto o in parte diverso da quello che si vede in ogni altro luogo. Quindi, volendo rappresentare sulla carta l'orizzonte di un dato punto della superficie terrestre, per esempio, del punto t , si pone un regolo rasente i due punti c , t , e si tira il raggio $C P'$. Questa sarà la verticale del punto t , giacchè, essendo ogni corpo attratto come se la forza di gravità agisse dal centro della terra, il filo a piombo, o, per parlare più genericamente, ogni grave, segue cadendo la direzione del raggio terrestre. Siccome poi abbiamo veduto che chiamasi *piano orizzontale* ogni piano perpendicolare alla verticale, così per rappresentare l'orizzonte del punto t basterà tirare la retta $E E'$ che passa pel centro C e taglia perpendicolarmente la verticale $C P'$.

§ 6. I Meridiani. — Imaginiamo nel cielo un circolo che vada dal polo artico all'antartico e dal nostro zenit al nostro nadir, ossia che passi col suo piano per l'asse del mondo ed insieme per l'asse del nostro orizzonte. Questo circolo sarà il nostro *meridiano*. Esso, dirigendosi da nord a sud (poichè passa pei due poli), e tagliando il nostro orizzonte perpendicolarmente (stantechè passa pel suo asse), divide l'emisfero a noi superiore in due metà, una orientale e l'altra occidentale, e spartisce così riguardo a noi parimente in due metà il corso diurno del sole e degli altri astri, e per conseguenza la durata tanto del giorno quanto della notte. Da questa circonferenza, che quando il sole vi giunge è per noi mezzogiorno (in latino *meridies*), venne appunto a questo circolo il nome di *meridiano*.
È chiaro che tutti i meridiani sono eguali, e che tutti si tagliano in due punti, uno nel polo artico e l'altro nel polo antartico.

È chiaro che tutti i punti della superficie terrestre che si succedono ad oriente di noi hanno tutti il loro zenit su meridiani di più in più orientali del nostro; tutti i luoghi che si allontanano da noi verso occidente hanno tutti il loro zenit su meridiani che rispetto al nostro sono di più in più occidentali; e tutti i luoghi, in fine, che sono nè più ad oriente nè più ad occidente di noi, ma solo più a settentrione o più a mezzogiorno, hanno tutti il loro zenit sullo stesso nostro meridiano.

Rimane ora che avvertiamo una cosa assai importante. Benchè in alcune circostanze, parlandosi dei meridiani, si tratti degl' interi circoli quali furono qui sopra definiti, nondimeno il più delle volte si appropria questo nome a ciascuna loro metà da una parte e dall'altra dell'asse del mondo; ed eccone la ragione. I varî punti della superficie terrestre possono essere

in tal rispettiva posizione che due qualunque di essi abbiano bensì i loro zenit in uno stesso meridiano, ma l'uno in una delle suddette metà e l'altro nell'altra. Quindi è che, volendo determinare in quale delle due metà di un meridiano trovisi lo zenit di un luogo terrestre, si annoverano i meridiani non già per cerchi interi, ma per semicerchi, e perciò si considera come meridiano di un luogo il semicerchio passante per lo zenit di quel luogo e terminante ai due poli, artico e antartico.

§ 7. La sfera. L'asse, i poli, l'equatore, i paralleli, e i meridiani della sfera terrestre e della celeste. — Le parole *globo*, *palla*, *sfera* sono sinonime, ma con questa principal differenza, che *palla* e *globo* significano dei corpi aventi la figura sferica, laddove il nome *sfera* è più usato dai geometri per indicare in astratto la sola figura, prescindendo dalla materia di cui è formata. Ad essi basta che si pensi ad una superficie curva, i cui punti si trovino ad egual distanza da un punto di mezzo chiamato *centro*, e si è pensato ad una sfera.

Imaginiamo ora una banderuola che abbia la figura di un semicerchio, come N C S O, e figuriamoci che essa, impernata in S, faccia un intero giro intorno al suo diametro N S. Qual figura avrà descritto nell'aria una tal banderuola appena compiuta la sua rivoluzione? È chiaro; essa avrà disegnato la figura di una palla perfetta, ossia di una sfera. La semicirconferenza N O S ne avrà descritta la superficie, che noi vediamo coll'immaginazione come se quella semicirconferenza, a mano a mano che si avanzava nel suo giro, avesse lasciato traccia di sé nello spazio. Il diametro N S, rimasto immobile mentre si effettuava intorno a lui l'intero rivolgimento del semicerchio, sarà diventato l'asse di rivoluzione della sfera, e i due punti estremi di esso N, ed S, saranno divenuti i suoi poli.

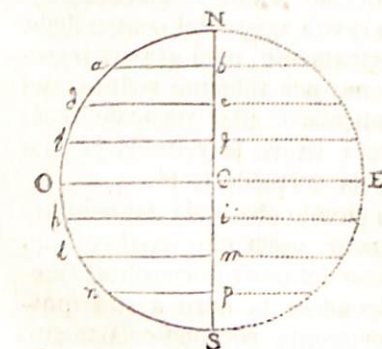


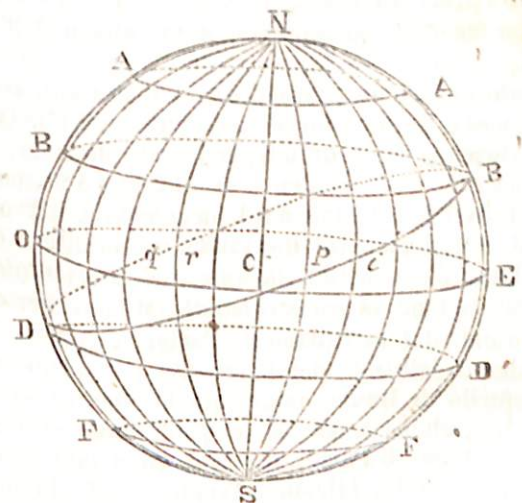
Fig. 5.

Il raggio C O avrà descritto quel circolo della sfera, che dicesi *equatore*, di cui il punto O avrà segnato la circonferenza; e poichè il suddetto raggio O ad eguale distanza dai due poli, perciò anche il circolo da esso generato, ossia l'equatore, sarà perpendicolare all'asse, e avrà ciascuno de' suoi punti ad eguale distanza tanto dal polo N che dal polo S. Le rette *ab*, *de*, *fg*, *hi*, e quante altre se ne possono tirare coll'immaginazione nel semicerchio girante, tutte parallele al raggio C O, avranno descritto anch'esse altrettanti cerchi paralleli all'equatore, ed i loro punti *a*, *d*, *f*, *h*, ecc., avranno segnato le loro circonferenze. Tutti questi cerchi, che chiamansi *paralleli*, sono anch'essi perpendicolari all'asse come l'equatore, ma sono tutti più piccoli di questo circolo, e tanto più piccoli quanto più si allontanano da esso avvicinandosi all'uno o all'altro polo. Or tutti i cerchi della sfera che al pari dell'equatore hanno con essa comune il centro, e che perciò la dividono in due emisferi, diconsi *cerchi massimi*; e tutti quelli che al pari dei suddetti paralleli, non hanno il lor centro in quello della sfera, e per conseguenza dividono questa in parti disuguali, diconsi *cerchi minori*.

Imaginiamo infine che la supposta banderuola girando, lasci traccia di sé nello spazio a piccoli intervalli. Noi vedremo allora una successione di semicerchi eguali, tutti riuniti nell'asse della sfera, e formanti ciascuno col semicerchio opposto un sol circolo massimo. Ad ognuno di quei cerchi massimi, la cui circonferenza passa pei poli della sfera, si dà il nome di *meridiano*; ma più di solito questo nome si appone a ciascuno dei suddetti semicerchi, la cui semicirconferenza si estende dall'uno all'altro polo.

La forma della Terra, come già si disse, è tanto prossima alla sfera, che si può senza errore nella più parte dei casi considerarla come tale. Le linee dunque ed i cerchi che abbiamo notato in ogni sfera, possiamo pur distinguerli nel nostro globo. Nella seguente figura noi vediamo l'equatore OE, i paralleli AA', BB', DD', FF'; l'asse NS; i due poli N ed S; ed i meridiani N i S, N p S, N r S, N q S, ecc.

Fig. 6.



Ma rispetto al nostro globo c'è alcuna cosa di più da notare. Uno dei poli della Terra guarda sempre il polo celeste, di cui già parlammo, e, come esso, chiamasi perciò *polo artico*, o *polo settentrionale*; e l'altro guarda il polo opposto del cielo, e perciò si nomina al par di lui *polo antartico* o *meridionale*. Quindi è che l'equatore terrestre, oltre essere, come in ogni sfera, un circolo massimo equidistante dai due poli, ha pur la proprietà di dividere la Terra in emisfero settentrionale, ed emisfero meridionale; e per la medesima ragione ogni meridiano (parlo dell'intero circolo), oltre essere un circolo massimo passante pei due poli, siccome in ogni sfera, ha pur la proprietà di dividere la Terra in emisfero orientale, ed emisfero occidentale. Poichè la sfera terrestre, come già vedemmo, può considerarsi concentrata colla celeste, perciò tutte le linee e tutti i cerchi che abbiamo segnato sulla Terra possono prolungarsi idealmente fino al cielo; e per conseguenza si può dall'osservazione del cielo, dove facilmente si riconoscono le posizioni e si determinano i gradi dei suddetti cerchi, dedurre le loro posizioni e determinare i loro gradi sulla Terra.

§ 8. *La longitudine terrestre.* — I meridiani attraversano ad angolo retto l'equatore e i paralleli. Imaginando dunque 360 meridiani, tutti ad egual distanza tra loro, noi divideremo per mezzo di essi l'equatore e ciascun parallelo in 360 gradi; e quindi nello spazio di ciascun grado conducendo idealmente altri 60 meridiani tra loro equidistanti, noi suddivideremo l'equatore e ogni parallelo in 21600 minuti; e nello spazio di ciascun minuto figurandoci altri 60 meridiani, suddivideremo ancora ciascuno di quei circoli in 1296000 secondi. Ma, per contare tutti questi meridiani, bisogna pure fissarne uno da cui cominciare il cómputo. Questo meridiano si chiama il *primo meridiano convenuto*. Una volta si riguardava da tutti per primo meridiano quello che passa per l'isola del Ferro, una delle Canarie; ma ora, tranne i Tedeschi che continuano a farne uso, ogni nazione riguarda per primo meridiano quello che passa per la sua specola principale, come è pei Francesi la specola di Parigi, che è 20 gradi ad oriente dell'isola del Ferro, e per gl'Inglesi quella di Greenwich, che è 2° 20' 9" ad occidente del meridiano di Parigi. In Italia, al solito, o il vecchio o l'esotico; un po' si adotta nelle nostre carte geografiche il meridiano dell'isola del Ferro, e un po' quello di Parigi.

Chiamasi *longitudine di un paese* l'arco equatoriale compreso tra il meridiano di quel paese e il primo meridiano convenuto (*). Questo primo meridiano viene notato con 0°; e quindi, movendo da esso, si annoverano gli altri gradi ad oriente e ad occidente di lui fino a 180, per modo che il meridiano 0° trovasi tra il 1° orientale e il 1° occidentale, il 2° orient. e il 2° occid. e via dicendo. Il 180° forma col meridiano 0° un intero circolo. Ad oriente del primo meridiano da 0° a 180° la long. dicesi *orientale*, e ad occidente di quello da 0° a 180° la long. dicesi *occidentale*. Milano, per esempio, è a 6°, 51' circa di long. orient. dal meridiano dell'isola del Ferro. Se per primo meridiano si adottasse in Italia quello di Roma, ossia quello che passa per la palla della cupola di S. Pietro, che è a 41° 54' e 6" di latit. settentr., e a 10° 7' e 3" ad oriente del meridiano di Parigi, dovrebbero notarsi con long. occidentale Bologna 1°, 6', Firenze 1°, 11', 45", Trento 1°, 22', Livorno 2°, 9', 15", Milano 3°, 15', 45", Genova 3°, 32', 45", Torino 4°, 45', 30", Nizza 5°, 6', 15", Susa 5°, 24', 45", e il Moncenisio 5° 31'; e con long. orientale, Palermo 0°, 54', Ancona 1°, 3', 30", Napoli 1°, 48', 15", Messina 3°, 7' Taranto 4°, 46', 30", Brindisi 5°, 30', 45", e Lecce 5°, 43' (**). Il meridiano dell'isola del Ferro offre il vantaggio di dividere il globo in modo che il continente antico è quasi interamente compreso nell'emisfero orientale, e gli altri due continenti nell'occidentale; onde, conosciuto che un paese fa parte dell'Europa, o dell'Asia, o dell'Africa, si sa, senza ripeterlo ogni volta, che la sua longitudine è orientale. Questo è uno dei motivi che ci fece preferire in quest'opera un tal meridiano.

(*) Poichè il mondo conosciuto dagli antichi si estendeva di più nella direzione dell'equatore, ossia da oriente ad occidente, di quello che nella direzione del meridiano, ossia da settentrione a mezzodì, perciò si diede da essi alla prima direzione il nome di *longitudine* (lunghezza), e alla seconda quello di *latitudine* (larghezza).

(**) Si avverta che chi prende per primo meridiano, non la cupola di S. Pietro, ma quello che passa per l'osservatorio astronomico del collegio romano, ora liceo *Ennio Quirino Visconti*, muove da un meridiano che è 3' e 10" più ad oriente. Osservisi come Roma trovisi quasi precisamente nel mezzo tra gli estremi della longitudine e della latitudine d'Italia.

Alcuni autori contano i meridiani sempre per un medesimo verso, cioè da oriente ad occidente; onde la longitudine in tal caso è sempre orientale e giunge fino a 360 gradi. Il ragguaglio tra i gradi di longitudine annoverati in questo modo, e i 180 gradi di longitudine occidentale, si fa sottraendo da 360 il numero dei gradi, minuti, e secondi, annoverati secondo l'uno dei due metodi, per ottenere il numero di quelli annoverati secondo l'altro. Così 50° di long. occidentale corrispondono a 310° di long. orientale, e 240° di long. orientale corrispondono a 120° di long. occidentale.

§ 9. *La latitudine terrestre.* Come si colleghi colla cognizione dell'altezza del polo. — Ogni meridiano, al pari di ogni circolo, si divide in gradi, minuti, e secondi. Siccome però i meridiani non sono circoli interi, ma semicircoli, così non constano di 360 gradi, ma soltanto della metà, cioè di 180. Questi gradi avrebbero potuto contarsi cominciando da uno dei poli e terminando all'altro; ma invece si convenne di partire dall'equatore, annoverando al nord di esso 90° fino al polo artico, e altrettanti al sud fino all'antartico. Il numero di siffatti gradi, minuti, e secondi, ossia l'arco meridiano compreso tra l'equatore e la verticale di un luogo, dicesi la *latitudine di quel luogo*. Quindi la latitudine è boreale o meridionale secondo che il luogo si trova nell'emisfero settentrionale o nell'australe. Torino, per esempio, trovasi a 45°, 4' di lat. settentrionale ed in conseguenza quasi ad egual distanza dall'equatore e dal polo artico; e Buenos-Ayres trovasi a 34° 36' 29" di lat. meridionale.

Giova qui conoscere il modo, con cui si può determinare l'altezza del polo sull'orizzonte di un luogo. Siamo in una specola a Roma. La volta semisferica di questa stanza è divisa da una lunga apertura che ci mostra il cielo e che corre precisamente da settentrione a mezzogiorno. Quest'apertura si trova dunque nel piano del meridiano. Ecco un cerchio graduato di metallo a cui trovasi unito, parallelamente ad uno de' suoi diametri, un telescopio. L'istrumento è collocato in modo che il cerchio trovasi in posizione perfettamente verticale ed il cannocchiale può girare intorno all'asse di esso senza mai deviare colla sua mira dal meridiano. Così qualsivoglia arco di questo gran circolo celeste può essere valutato per mezzo di quel piccolo cerchio metallico. Giriamo, per esempio, il telescopio finchè si trovi diretto esattamente al nostro zenit, cioè tenga la direzione del filo a piombo. Ciò fatto, volgiamolo a settentrione finchè presso la stella polare incontriamo il polo, e contiamo sul cerchio i gradi che esso percorre in questo suo cammino dal nostro zenit al polo. Ecco che ha percorso quasi 48 gradi. Lo zenit di Roma si trova dunque 48 gradi in circa distante dal polo artico, e per conseguenza quasi 42 dall'equatore, giacchè tanti ne rimangono a fare i 90 che corrono tra l'equatore ed il polo. A Torino quel cannocchiale partendo dallo zenit avrebbe percorso sul cerchio circa 45 gradi prima d'incontrare il polo; a Parigi, 41; a Londra, quasi 39; a Pietroburgo, 30; e perciò la distanza dell'equatore dallo zenit di Torino è di circa 45 gradi; dallo zenit di Parigi, di quasi 49; da quel di Londra, di circa 50; e da quel di Pietroburgo, quasi 60.

Or la latitudine di un paese si collega intimamente colla cognizione dell'altezza del polo. Infatti quand'uno si trova sull'equatore, vede i poli celesti nell'orizzonte. Se egli invece si allontana dall'equatore, procedendo sopra uno stesso meridiano verso il nord, vede il polo innalzarsi al disopra

dell'orizzonte di tanti gradi quanti sono quelli che egli ha percorso scostandosi dall'equatore. L'altezza polare può dunque farci conoscere la lontananza angolare in cui siamo dall'equatore, cioè la latitudine geografica.

§ 40. *Forma precisa e dimensioni della Terra.* — Tutti sanno che ogni circonferenza di circolo si considera divisa in 360 archi eguali, che diconsi *gradi*. Se quindi sull'equatore e sui diversi meridiani della Terra si prendessero vari archi di un grado (il che può farsi per mezzo di osservazioni astronomiche), e tutti cotali archi si trovassero eguali, non si potrebbe più dubitare che l'equatore e i meridiani terrestri non fossero circolari e che perciò la Terra non fosse perfettamente sferica. Allora, moltiplicando per 360 il numero di metri contenuti in un grado, si otterrebbe la lunghezza della circonferenza dei suddetti circoli; dividendo tal lunghezza per 3,141592... (rapporto della circonferenza col diametro) si avrebbe quella del diametro terrestre; moltiplicando l'una per l'altra queste due lunghezze, della circonferenza cioè e del diametro, si avrebbe l'estensione superficiale del globo; moltiplicando infine tale estensione per la terza parte del raggio della Terra, ossia per la sesta parte del suo diametro, si otterrebbe il volume del nostro pianeta.

Ma la cosa non procede per l'appunto in questo modo; giacchè si è bensì trovato che l'equatore e tutti gli altri paralleli sono circolari, ma riguardo ai meridiani le misure eseguite su di essi con tutte quelle cure scrupolose e quegli accorgimenti che suggerisce la scienza hanno mostrato che la lunghezza degli archi di un grado (o di un dato numero di gradi), ben lungi dall'essere da per tutto eguale, va in qualsivoglia meridiano continuamente crescendo secondo che cresce la distanza de' suddetti archi dall'equatore e la loro vicinanza ai poli. Or ciò non può avvenire nella circonferenza di un circolo, ma soltanto nella periferia di un'ellisse (*). Dunque questo fatto è

X (*) Ad alcuno potrà forse tornar utile il rammentare qui alcune definizioni su questo soggetto. Chiamasi *ellisse* una figura piana racchiusa da una curva tale che la somma delle due rette condotte da due punti fissi interni ad un punto qualunque di essa curva sia sempre costante.

La curva con cui termina l'ellisse dicesi *periferia ellittica*; i due punti fissi diconsi *i fuochi* dell'ellisse; le rette che uniscono uno dei fuochi con un punto qualunque della periferia diconsi *raggi vettori*; la distanza maggiore o minore tra i due fuochi forma ciò che chiamasi *eccentricità* maggiore o minore dell'ellisse; il suo punto di mezzo chiamasi *centro* della medesima; qualunque retta terminante al perimetro e passante pel centro dicesi *diametro*; il diametro passante pei fuochi è il massimo, e chiamasi perciò *asse maggiore*; il diametro perpendicolare all'asse maggiore è il minimo, e chiamasi perciò *asse minore*.

Così DEMI è la periferia; A e B sono i due fuochi; AL e BL sono due raggi vettori; C è il centro; la distanza AB è l'eccentricità dell'ellisse, e quindi la sua metà AC, oppure BC, è l'eccentricità di mezza ellisse; il diametro DM è l'asse maggiore; il diametro EI è l'asse minore.

Se si puntino a qualche distanza due spille sopra una carta, e, annodati insieme i due capi di un'accia di refe a guisa di cappio, si circondino con essa le due spille, in modo però che il refe non vi stia del tutto teso, e se quindi colla punta di una matita o di altro strumento conveniente introdotto nel detto cappio si tenda il refe, e, portando intorno ad esso con sempre eguale tensione la matita, se ne striscia

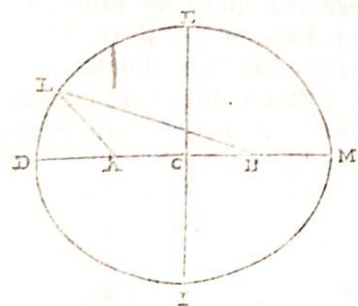


Fig. 7.

una matita o di altro strumento conveniente introdotto nel detto cappio si tenda il refe, e, portando intorno ad esso con sempre eguale tensione la matita, se ne striscia

porta a concludere che i meridiani terrestri non sono circoli, ma ellissi, e che la Terra per conseguenza non ha la figura di una sfera, ma di un ellissoide di rivoluzione, cioè la figura che si genera da una mezza ellisse meridiana che si rivolge intorno al suo asse minore. E poichè l'aumento nella lunghezza dei gradi procede nell'ellisse dall'asse maggiore al minore, e in ogni meridiano terrestre dall'equatore ai poli, perciò l'asse minore d'ogni ellisse meridiana coincide con l'asse della terra, il suo asse maggiore coi diametri equatoriali, e l'ellissoide terrestre ha per conseguenza il suo schiacciamento dalla parte dei poli e il suo maggiore enfiamiento da quella dell'equatore.

Ma la differenza di lunghezza che passa tra il circuito dell'equatore e quello di un meridiano è sì piccola, che, qualora si volesse rappresentare la Terra con un globo il cui diametro equatoriale fosse lungo un metro, bisognerebbe che l'asse non avesse che circa tre millimetri di meno (3,35). Questa differenza tra i due assi dell'ellisse meridiana, differenza insensibile affatto alla vista in un globo di qualsivoglia estensione, non si potrebbe conoscere che per mezzo di accurate misure. Quindi è che in tutti i casi in cui non occorre una grande precisione si suole riguardare la Terra siccome una sfera.

Ecco le dimensioni del nostro pianeta in misure metriche:

Equatore terrestre	Chilom.	40 070,365
Meridiano terrestre	"	40 003,424
Arco di un grado sull'equatore	"	111,306 57
Arco di un grado sul meridiano, valore medio	"	111,120 6
Arco di un minuto, sul meridiano, valore medio	"	1,852 1
Diametro equatoriale	"	12 754,796; metà: 6377,398
Asse terrestre	"	12 712,160; metà: 6356,080
Differenza tra essi	"	42,636; metà: 21,318
Diametro medio	"	12 733,478
Superficie del globo		509 950 000 Chil. q.
Volume		1 082 841 000 000 " cub.

Dividendo il semi-asse maggiore dell'ellisse meridiana, ossia la metà del diametro equatoriale (6377,398), per la differenza dei due semi-assi (21,318), si ha per quoziente 299 circa; il che è quanto dire che la differenza dei due semi-assi sta al semi-asse maggiore come 1 a 299, o in altri termini, che la suddetta differenza è $\frac{1}{299}$ del semi-asse maggiore. Gli è siffatto rapporto che chiamasi lo schiacciamento della Terra.

punta sulla carta per lasciarvi la traccia del fatto cammino, la curva che si descrive per tal modo è appunto la periferia di un'ellisse, di cui le due spille occupano i fuochi, la parte del refe teso che va da una spilla all'altra rappresenta l'eccentricità dell'ellisse, e le altre due porzioni del detto refe che vanno dalle due spille alla punta della matita rappresentano due raggi vettori, la cui somma dicemmo dover essere sempre costante.

§ 11. Lunghezza del grado del meridiano e dei paralleli nelle diverse latitudini. Alcune principali misure itinerarie. — Abbiamo veduto che la longitudine di un paese è la distanza angolare tra il meridiano di quel paese ed un altro meridiano convenuto, ossia è l'angolo diedro formato dai piani dei due suddetti meridiani: ed abbiamo anche veduto che un tale angolo è misurato dall'arco in esso racchiuso dell'equatore o di un qualsivoglia parallelo, tanto che il parlare dei gradi dell'equatore o di un parallelo equivale a parlare dei gradi di longitudine. Ma se la distanza angolare di due meridiani è sempre la stessa, sia che si misuri all'equatore, sia che si prenda sopra un parallelo vicinissimo all'uno dei poli, non può dirsi altrettanto della loro distanza lineare, cioè della distanza che ha per unità di misura una linea determinata, come sarebbe il metro, il miglio, e via dicendo; giacchè ognuno comprende che, procedendo dall'equatore ai poli, come le circonferenze dei meridiani si vanno tra loro sempre più avvicinando finchè a ciascun polo si riuniscono in un solo punto, così i paralleli si vanno sempre più impiccolendo, e la lunghezza dei loro gradi per conseguenza si va facendo ognora più piccola. Da questo pertanto, e da ciò che abbiamo dichiarato nel paragrafo precedente, possiamo ricavare che col crescere della latitudine: 1.^o diminuisce la lunghezza del raggio terrestre; 2.^o cresce la lunghezza del grado del meridiano, ossia del grado di latitudine; 3.^o diminuisce la lunghezza del grado del parallelo, ossia del grado di longitudine. Ecco la tavola di questi valori di cinque in cinque gradi di latitudine. Per gli altri si avrà, interpolando, una bastevole approssimazione.

Latitudine	Lunghezza del raggio terrestre	Lunghezza del grado del meridiano	Lunghezza del grado del parallelo
0. ^o —	6 377 398 metri	110 563 metri	111 307 metri
5. ^o —	6 377 239 »	110 573 »	110 886 »
10. ^o —	6 376 754 »	110 598 »	109 627 »
15. ^o —	6 375 982 »	110 637 »	107 538 »
20. ^o —	6 374 924 »	110 694 »	104 634 »
25. ^o —	6 373 616 »	110 762 »	100 939 »
30. ^o —	6 372 103 »	110 842 »	96 475 »
35. ^o —	6 370 428 »	110 929 »	91 277 »
40. ^o —	6 368 635 »	111 023 »	85 383 »
45. ^o —	6 366 786 »	111 118 »	78 837 »
50. ^o —	6 364 930 »	111 216 »	71 687 »
55. ^o —	6 363 132 »	111 314 »	63 987 »
60. ^o —	6 361 448 »	111 399 »	55 793 »
65. ^o —	6 359 918 »	111 479 »	47 170 »
70. ^o —	6 358 597 »	111 549 »	38 182 »
75. ^o —	6 357 526 »	111 604 »	28 898 »
80. ^o —	6 356 729 »	111 647 »	19 391 »
85. ^o —	6 356 244 »	111 672 »	9 738 »
90. ^o —	6 256 080 »	111 680 »	0. »

Conoscendo il rapporto della lunghezza media del grado del meridiano con ciascuna misura itineraria, si deduce facilmente quello di ciascuna mi-

sura itineraria con ciascuna delle altre. Così sapendo che il miglio italiano o geografico è la 60.^a parte del grado ed il miglio piemontese ne è la 48.^a, si sa pure che il miglio italiano è $\frac{48}{60}$, ossia $\frac{4}{5}$ del miglio piemontese, e che questo è $\frac{60}{48}$, ossia $\frac{5}{4}$ del miglio italiano. Elevando poi al quadrato questi rapporti, si trova che il miglio italiano quadrato è $\frac{16}{25}$ del miglio quadrato di Piemonte, e che questo in vece è $\frac{25}{16}$ dell'altro, ossia 1 e quasi $\frac{3}{5}$. Ciò posto, ecco i rapporti, sia col grado medio del meridiano, sia col chilometro, di alcune misure itinerarie e topografiche.

MISURE	Rapporto itinerario		Rapporto topografico col chilom. quad.
	col grado	col metro	
Chilometro (1)	111,1206	1000	1
Miglio geografico d'Italia e marino d'Inghilterra	60	1852,01	5,42994104
Lega marina di Francia (2)	20	5556,05	50,86946956...
Miglio germanico (3)	15	7408,04	54,87905664...
Lega francese di 25 al grado	25	4444,824	19,7564604109
Miglio inglese di 1760 yard	69,04838...	1609,5149	2,5898944756...
Werst di Russia di 500 sagene	104,129...	1067,14	1,1387877796...
Lega di Svizzera di 16000 piedi	25,150125	4800	25,04000000
Miglio di Norvegia (4)	40	11112,06	61,75895872

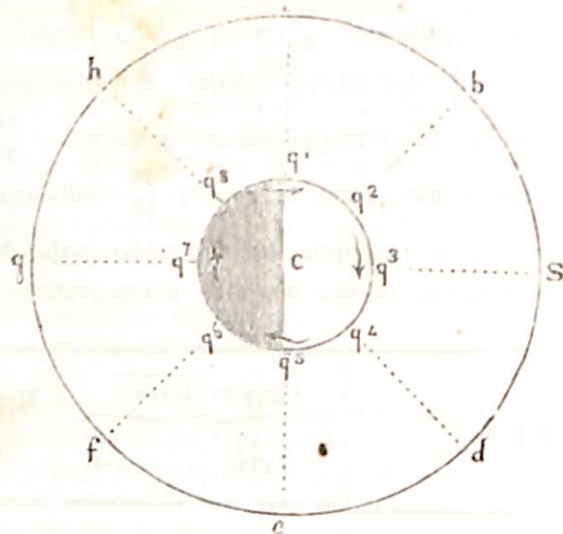
(1) Essendo occorsi degli errori nella tavola data nella prima edizione di questo libro per essermi fidato all'autorità altrui, ho calcolato io medesimo i ragguagli sopra esposti basandomi sulla misura finora ritrovata del meridiano di metri 40 003 424; la quale divisa per 360 ci dà il valore del grado medio del meridiano in metri 111 120,6. Prendendo quindi la parte 60ma, 20ma, 15ma, ecc. del suddetto valore, ho avuto il rapporto di ciascuna misura itineraria col metro.

(2) Eguale alla lega Horaria di Spagna, alla marina d'Inghilterra, a quella di Polonia, e al miglio di Brabante.

(3) Il rapporto del suddetto miglio col metro, adottato comunemente, è di metri 7 420,438, il quale deriva dall'aver preso per fondamento del ragguaglio, non già il grado medio del meridiano, ma il grado dell'equatore, che contiene metri 111 306,57, il cui quindicesimo è appunto 7 420,438. Il quadrato di questo numero è metri q. 55 062 900,111 844. Ordinariamente si adopra nei libri tedeschi la cifra approssimativa di chilometri quadrati 55,063.

(4) Eguale ai gos o gros del Malabar e di Surate, al miglio di Westfalia, al quadruplo del miglio d'Irlanda e al doppio della lega marina di Francia.

Fig. 8.



§ 12. Moto diurno della Terra e suoi effetti. — Il movimento diurno della sfera celeste e l'annuo del Sole, come già avvertimmo, non sono che una apparenza, la quale deriva da due reali e simultanei movimenti del nostro globo, che diconsi l'uno di rotazione, e l'altro di traslazione.

La Terra compie un giro intorno al suo asse da occidente ad oriente in 24 ore; il che fa sì che ci sembri il cielo col Sole e con tutti gli astri volgersi intorno alla Terra pel verso contrario, cioè da oriente ad occidente. La sua velocità in questo movimento rotatorio è tanta, che un punto qualunque della sua superficie fa all'equatore per ogni minuto 27 900 metri e alla latitudine di 45°, un terzo circa di meno, cioè 19 700.

La figura 8 ci mostra chiaramente come dalla rotazione della Terra derivino l'apparente moto della sfera celeste e le ore del giorno e della notte diverse per diversi punti del globo.

I due cerchi di questa figura rappresentano due sfere concentriche, la maggior delle quali è la celeste, immobile, e la minore la terrestre, che gira pel verso delle frecce intorno al suo asse, il cui polo artico è nel punto C. I quarti di cerchio pertanto Cq¹, Cq², Cq³, Cq⁴, ecc., (dico quarti di cerchio, perchè non si deve dimenticare che la figura rappresenta un globo, di cui una metà rilieva sopra la pagina, e l'altra metà sotto di essa), tirati dal polo all'equatore, rappresentano vari meridiani, che l'immaginazione del lettore deve protrarre nell'emisfero meridionale dall'equatore al polo antartico. I punti dell'equatore terrestre q¹, q², q³, ecc., indicano la città di Quito, che il moto diurno della Terra trasporta sotto i punti dell'equatore celeste a, b, S, ecc.; i quali perciò segnano lo zenit di Quito. Le linee Ca, Cb, CS, ecc., ci figurano due cose: 1.^o le verticali di Quito nelle sue successive posizioni; 2.^o il prolungamento fino al cielo del suo meridiano. Le linee ab, bf, Sg, dh, rappresentano l'orizzonte astronomico di Quito, distante sempre in ogni suo punto 90 gradi dallo zenit di quella città. Infine il punto del

l'equatore celeste S è il posto del Sole, che è immobile come la sfera celeste. Al contrario il zenit, la verticale, il meridiano, e l'orizzonte variano continuamente come varia la posizione del luogo a cui appartengono.

La rotazione terrestre trasporta la città di Quito colla velocità di 27 900 metri al minuto. Siamo nell'equinozio di primavera. Quito ha già fatto nelle dodici ore della notte un viaggio di 20 035 chilometri. Ora è in q¹ sull'orlo della notte e del giorno. Ecco che entra alle 6 del mattino nello spazio illuminato, ed ecco l'astro del giorno che gli apparisce ad oriente con metà della sfera ancor sotto all'orizzonte (Sg). Gli abitanti dicono che spunta il Sole. Non sarebbe più esatto il dire che Quito spunta dalle tenebre?

La Terra prosegue senza posa il suo rapido rivolgimento trasportando in giro per lo spazio illuminato quella città equatoriale. Dopo tre ore Quito si trova in q², 45 gradi più avanzata nel suo viaggio diurno; e quindi anche il suo zenit (b) è 45 gradi più vicino al Sole; ed anche la sua verticale (q² b), il suo meridiano (C b), ed il suo orizzonte (h d) si sono inoltrati altrettanto. I Quitesi dicono che il Sole s'è innalzato sull'orizzonte. Non dovrebbero dire invece che il loro orizzonte s'è abbassato sotto il sole?

Scorrono altre tre ore, e Quito (q³) si trova giunto alla metà del suo giorno. Il Sole trovasi sul suo meridiano (C S) ed anzi sfavilla sul suo zenit, lanciando gli ardenti suoi raggi verticalmente sulla città. Il suo orizzonte (a e) è ora da ogni parte distante dal Sole 90 gradi. I Quitesi dicono che il Sole passa pel meridiano di Quito. Ma non è invece il meridiano di Quito che passa pel Sole?

A sei ore dopo mezzodì Quito si trova in (q⁴) posizione diametralmente opposta a quella del mattino. Il suo meridiano (c e) fa un solo circolo col meridiano (c a) appartenente ai suoi antipodi. Questi veggono ora il Sole che apparisce sul loro orizzonte (S g), mentre Quito sullo stesso circolo orizzontale, ma nell'opposto emisfero, lo vede presso a sparire. I Quitesi dicono che il Sole si nasconde ad occidente. E perchè non dire piuttosto che Quito si nasconde ad oriente?

Riflettendo a questa diurna rivoluzione del nostro globo possiamo trarne il modo di valutare in tempo la longitudine. La Terra compiendo un giro intorno al suo asse in un giorno, ossia volgendo in faccia al Sole i suoi 360 gradi o meridiani primari in 24 ore, muove dunque per ogni ora 15 gradi, ossia 1 grado per ogni 4 minuti di tempo. Quindi per sei gradi e tre quarti (longitudine approssimativa di Milano ad oriente di Parigi) la Terra spenderà 27 minuti. Milano pertanto ha il mezzodì 27 minuti prima che a Parigi. L'isola del Ferro è a 20 gradi di longitudine occidentale da Parigi, e perciò Milano è 26 gradi e tre quarti più ad oriente di essa. Dunque quand'è mezzodì a Milano, su quell'isola sono le ore 10 e 13 minuti antimeridiane. Essendo Jeddo, capitale del Giappone, a 137° e 40' di longitudine orientale da Parigi, esso sarà più ad oriente di Milano di 130° e 40' circa, ossia conterà già le ore 8 e tre quarti circa di sera quando Milano avrà mezzodì.

§ 13. Le apparenze del moto annuo del sole. L'eclittica, i tropici, i solstizi, gli equinozi, e i cerchi polari. — Il moto apparente del Sole è quello che vediamo quest'astro ogni mattina sorgere ad oriente, montare in cielo fino al nostro meridiano, poi discendere fino all'orizzonte in un punto diametralmente opposto a quello in cui nacque, e quindi tramontare. I nostri

antipodi, cioè quelli che abitano il punto della terra diametralmente opposto al nostro, vedono sorgere il Sole da quello stesso punto del loro orizzonte in cui noi lo vediamo tramontare, quindi salire fino al loro meridiano (che fa col nostro un solo circolo), e poi discendere, e tramontare in quel punto del loro orizzonte in cui noi lo vediamo nascere. Il Sole dunque apparentemente eseguisce in un giorno un intero giro intorno alla Terra. Ma guardando in cielo con un telescopio, mercè cui appariscono anche di giorno le stelle, noi ci avvediamo che il suddetto moto del Sole, ben lungi dall'essere a lui particolare, è comune a tutto il cielo, il quale, impernato nei due poli del mondo, compie in 24 ore un giro intorno alla Terra, trasportando seco il Sole, i pianeti, le stelle, ogni cosa.

Osservando però costantemente il Sole quando si leva e quando tramonta, noi ci accorgiamo di una grande diversità tra il suo movimento e quello delle stelle. Queste non cangiano mai la loro distanza dalla stella polare, intorno a cui si rivolgono, ed il Sole in vece la cangia. Ai 21, per esempio, o 22 di giugno il Sole fa il suo rivolgimento intorno alla stella polare, o per meglio dire, intorno al polo artico, alla distanza di 66 gradi e 32 minuti contati sul meridiano e per conseguenza a quella di 23° 28' dall'equatore. Or bene, fissiamo il punto della collina o dell'edifizio, dietro cui da un dato luogo abbiamo veduto in quel giorno nascere il Sole, ed il punto in cui l'abbiamo veduto tramontare, e ripetiamo ogni mattina ed ogni sera le nostre osservazioni. Indi a pochi giorni ci si rende sensibile un cangiamento. I punti della levata e dell'ocaso non sono più precisamente quelli di prima, ma son divenuti più meridionali, ossia il Sole si è un tantino di più avvicinato all'equatore e per conseguenza allontanato dal polo artico, intorno a cui si volge, non più alla distanza di 66° 32', ma a quella, per esempio, di 70.^o Passano altri giorni ed altre settimane, e le levate e i tramonti, e per conseguenza i passaggi solari pel nostro meridiano diventano ognor più meridionali. Dopo due mesi i suddetti punti non distano più dall'equatore che 7 gradi e mezzo circa e perciò 81 gradi e mezzo dal polo. Ai 23 di settembre il Sole si leva e si corica sull'equatore, a 90 gradi di lontananza dai due poli. Nè qui termina il suo moto verso mezzodì. Continuando le nostre osservazioni e notando di volta in volta i punti, dove sorge e dove cade il Sole, noi li troviamo ancora per tre mesi di più in più meridionali, finchè ai 21 o 22 di dicembre giungono a 23° 28' a sud dell'equatore, ossia a 66° 32' di distanza dal polo antartico, e a 113° 28' dal polo nostro settentrionale. Ma dopo questo termine si rivede il Sole nell'altra metà dell'anno ogni mattina ed ogni sera nelle posizioni già note; ai 20 o 21 di marzo riapparisce sull'equatore, e ai 21 o 22 di giugno a 23° 28' al nord dell'equatore, che è quanto dire nella primitiva distanza di 66° 32' dal polo settentrionale.

Or tutto ciò dimostra chiaramente che l'astro luminoso, mentre è tratto dalla rotazione diurna del cielo a compiere un giro ogni giorno intorno al globo da oriente ad occidente, non lascia di effettuare un suo moto particolare da settentrione a mezzodì, e viceversa. Noi sappiamo adesso che ambedue questi moti sono soltanto apparenti e dipendono (diremo fra breve in qual modo) da due moti reali della Terra. Ma quando si credeva che i suddetti movimenti del cielo e del Sole fossero veri, come si spiegavano essi? Si riteneva forse che l'astro del giorno non facesse per suo conto che

andare avanti e indietro tra 23° e 28' a nord dell'equatore e 23° e 28' a sud del medesimo?

I nostri vecchi credevano che il Sole con un moto contrario a quello diurno del mondo facesse in un anno il giro di tutto il cielo, in modo però che il circolo da lui percorso non fosse parallelo, ma obliquo, ai circoli della rotazione celeste, e s'incrociasse perciò coll'equatore estendendosi fino a 23° 28' a nord e a sud del medesimo, che è quanto dire a traverso di una zona larga 46° 56'. Così si spiegava come il Sole, malgrado che proseguisse sempre il suo giro, apparisse nondimeno per una metà dell'anno in moto da settentrione a mezzodì, e per l'altra metà, da mezzodì a settentrione.

A quest'orbita solare fu dato il nome di *eclittica*. Si chiamarono *tropici* i paralleli segnano i limiti del viaggio solare a 23° 28' a nord ed a sud dell'equatore; e siccome la costellazione del Cancro è attraversata dal tropico settentrionale e quella del Capricorno dal meridionale, così si diede al primo di essi il nome di *tropico del Cancro*, ed al secondo quello di *tropico del Capricorno*. I due punti, in cui l'equatore e l'eclittica s'incrociano si dissero *equinozi*, l'uno di primavera (tra il 20 e il 21 di marzo) e l'altro di autunno (ai 23 di settembre), perchè quando il sole attraversa in quei due punti l'equatore, la durata del giorno è uguale a quella della notte in ambedue gli emisferi. I punti poi estremi dell'eclittica, siccome quelli che segnano il termine dell'avanzarsi del Sole nell'uno o nell'altro emisfero, si dissero *solstizi*, l'uno d'estate (fra il 21 e il 22 di giugno), e l'altro d'inverno (tra il 21 e il 22 di dicembre). Infine facendo l'eclittica coll'equatore un angolo di 23° 28', anche i loro assi debbono fare un angolo eguale. Ma l'asse e i poli dell'equatore coincidono coll'asse e coi poli del mondo. I paralleli dunque che sono alla distanza di 23° 28' dal polo artico e dall'antartico segnano tutt'intorno la distanza in cui si trovano i due poli dell'eclittica da quelli dell'equatore; e perciò mostrano i limiti della luce solare nell'emisfero settentrionale quando il Sole trovasi nel tropico del Capricorno, e i limiti della luce nell'emisfero meridionale quando l'astro del giorno trovasi nel tropico del Cancro. Cotali paralleli ebbero il nome di *circoli polari*, e si distinsero l'uno dall'altro cogli aggiunti di *artico* ed *antartico*.

§ 14. *Durata, estensione, velocità della rivoluzione annua della Terra.* — Anche l'apparenza del moto annuo del Sole intorno alla Terra deriva dal reale movimento che compie la Terra in un anno intorno al Sole. L'orbita, ossia la linea percorsa dal centro della Terra in questo suo giro, chiamasi *eclittica*.

Essa è un'ellisse pochissimo eccentrica, cioè tanto prossima al circolo che a vista non si distinguerebbe da questo. Infatti se si volesse rappresentare l'orbita terrestre con un'ellisse il cui semi-asse maggiore fosse lungo un metro, bisognerebbe che il suo semi-asse minore non fosse più corto del maggior se non la settima parte circa di un millimetro. Dividendo il semi-asse maggiore per la distanza dell'un dei fuochi dal centro, si ha il valore dell'eccentricità dell'ellisse espresso in parti del semi-asse suddetto. Così l'eccentricità dell'eclittica è eguale a 0,0168, o prossimamente a $\frac{1}{60}$; il che è quanto dire che l'eccentricità dell'eclittica sta al semi-asse maggiore della medesima come 168 diecimillesimi stanno ad 1, o prossimamente come $\frac{1}{60}$

sta ad 1; in somma vuol dire che la distanza tra uno dei fuochi ed il centro è la sessantesima parte in circa del semi-asse maggiore.

Il Sole si trova in uno dei due fuochi dell'eclittica. Quindi la Terra nel suo cammino trovasi or più or meno lontana dal Sole. Il punto dell'eclittica più vicino al Sole dicesi *perielio*, e il punto più lontano *afelio*. Sommando insieme le due distanze perielia ed afelia si avrà l'asse maggiore dell'eclittica, la cui metà sarà la distanza media della Terra dal Sole. Ciò posto, ecco le dimensioni dell'eclittica espresse in raggi terrestri e in chilometri:

Semi-asse maggiore, raggi terrestri	23 984;	chilom.	152 682 144
Eccentricità	402,93;	"	2 563 060
Distanza afelia	24 386,93;	"	155 247 204
Distanza perielia	23 581,07;	"	150 117 084
Asse maggiore	47 968;	"	305 364 288
Periferia dell'eclittica		circa	930 000 000.

La Terra a compiere un giro sulla sua orbita, ossia a tornare in quel punto dell'eclittica dove avviene l'*equinozio di primavera*, spende in media 365 giorni, 5 ore, 48 minuti, 51 secondi e 6 decimi circa di secondo (365^g 5^h 48' 51", 6); spazio di tempo assai prossimo a 365 giorni ed un quarto, mancando 11' 8", 4 circa per arrivarvi. Questo spazio di tempo dicesi *anno*.

La velocità pertanto, con cui la Terra percorre la sua orbita è in media di chilometri 30, 4 al secondo, o 1 825 al minuto; velocità 10 000 volte minore di quella della luce, ma più di 30 volte maggiore della velocità iniziale di una palla da cannone, se si calcoli tale velocità a 1000 metri al secondo.

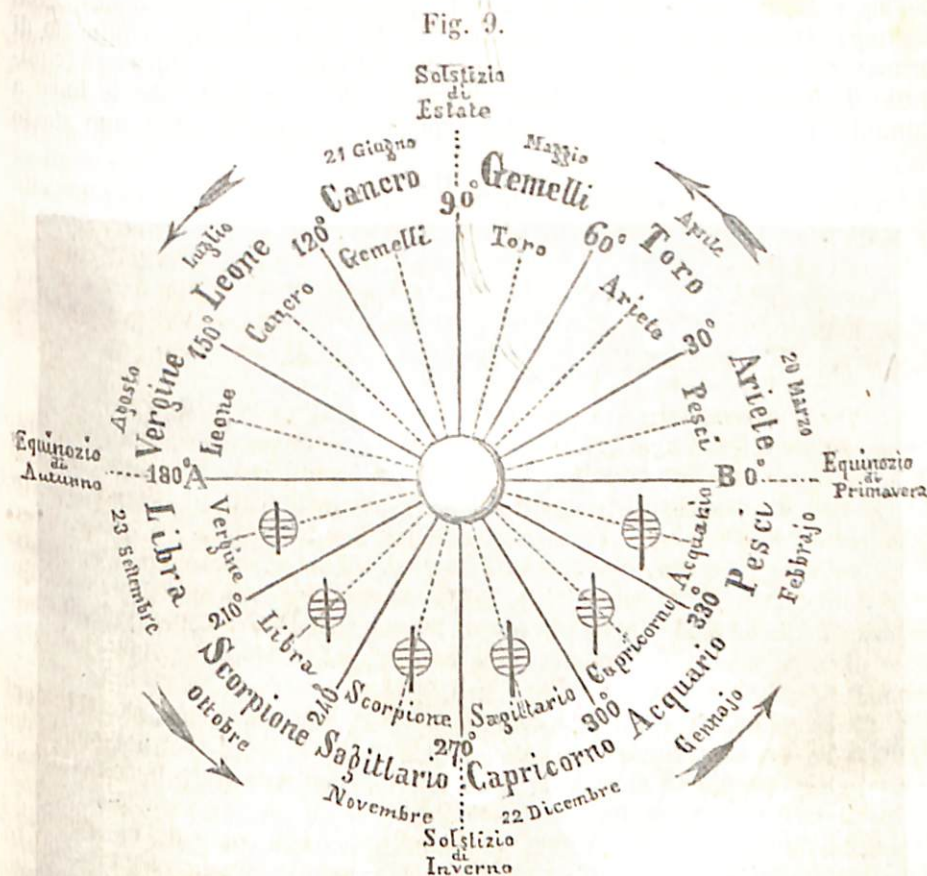
§ 15. *Ragione dell'apparente viaggio del Sole sotto le dodici costellazioni dello zodiaco.* — È assai facile comprendere come il moto di traslazione del nostro globo produca l'apparenza del passaggio del Sole sotto le costellazioni zodiacali. Gioverà a tal fine la figura 9.^a

Questa figura, composta, come vedesi, di più cerchi concentrici, ciascuno dei quali rappresenta l'eclittica col Sole nel centro, contiene nel circolo più interno la posizione presente delle costellazioni rispetto al Sole, nel circolo medio la posizione antica, e nel circolo esterno i mesi nei quali il Sole trovasi in ciascuna costellazione. Così, per esempio, vi si vede che il Sole, il quale ai 20 o 21 di marzo entrava anticamente in Ariete, trovasi in vece in quel giorno sotto i Pesci; e che questa costellazione, che era anticamente l'ultima dell'emisfero australe, è ora la prima dell'emisfero boreale. Ma parlando quindi innanzi delle costellazioni, ci atterremo sempre alle loro antiche corrispondenze coll'apparente corso del Sole (*).

Ciò posto, osserviamo ora la Terra nei vari punti dell'eclittica nei quali ci viene rappresentata dalla figura. Ai 20 di marzo la Terra trovasi in A, uno dei due punti ove l'eclittica è tagliata dall'equatore. Noi allora vediamo che il Sole ci nasconde il punto B, l'altro dei suddetti due punti d'intersezione. È questo l'*equinozio di primavera*, segnato sulla carta con uno zero. Mentre la Terra, entrata nell'emisfero australe, va passando sotto le stelle della Libra, a noi pare che il Sole, entrato nell'emisfero boreale,

(*) Nel § 19 s'indicherà la cagione del veder noi il Sole presentemente sotto costellazioni diverse da quelle sotto le quali appariva in antico.

vada passando sotto le stelle dell'Ariete. Percorrendo la Terra i gradi dello Scorpione, ci sembra che il Sole percorra quelli del Toro. Avanzandosi quella sotto la costellazione del Sagittario, noi vediamo il grand'astro pro-



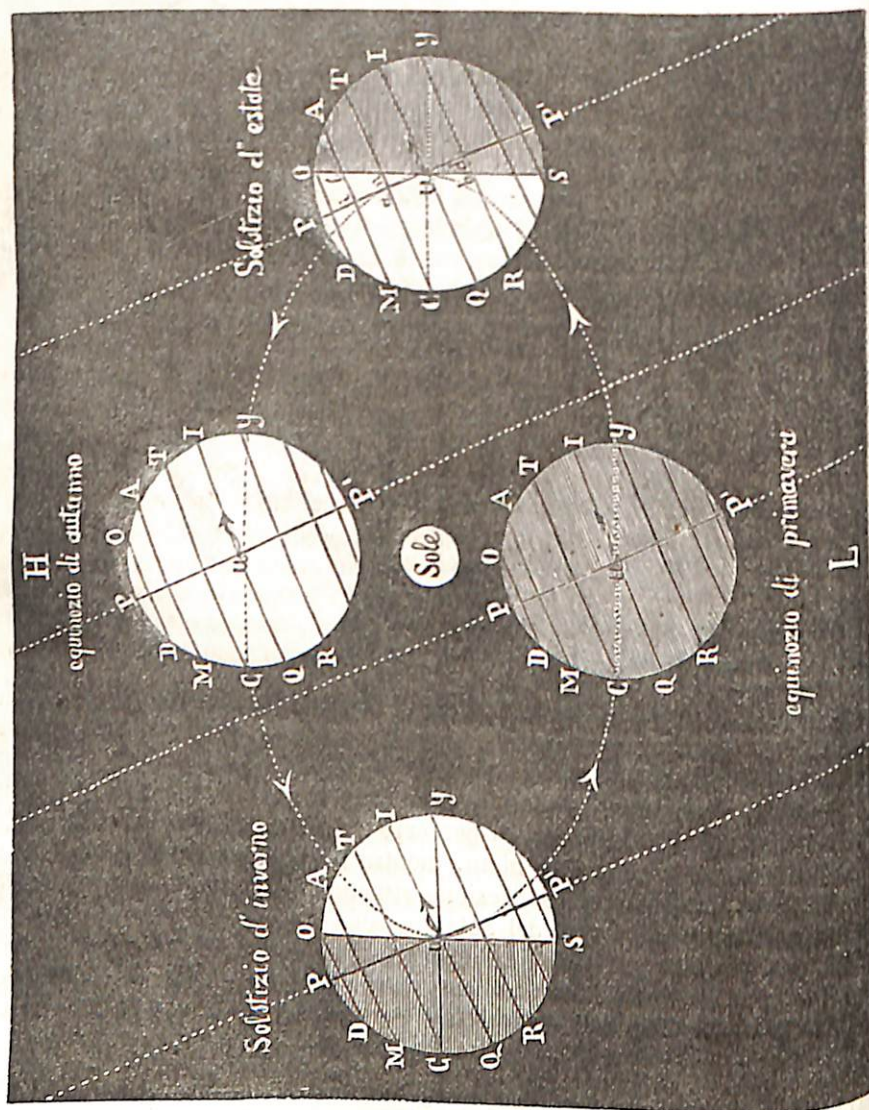
cedere sotto la costellazione de' Gemelli. Trasferendosi l'una successivamente sotto le stelle del Capricorno, dell'Acquario, dei Pesci, ecc., noi vediamo l'altro nascondersi successivamente le stelle del Cancro, del Leone, della Vergine, ecc., e percorrere così in apparenza la metà settentrionale dell'eclittica, mentre il nostro pianeta ne percorre in realtà la metà meridionale. Il non avvederci noi del nostro moto, mentre il raggio nostro visuale accentrato nel Sole cambia sempre direzione rispetto alle stelle, è la cagione dell'apparenza del moto annuo del Sole.

§ 16. *Inclinazione sull'eclittica e parallelismo dell'asse terrestre.* — Se la Terra girasse intorno al Sole coll'asse perpendicolare al piano dell'eclittica, è chiaro che questo piano coinciderebbe con quello dell'equatore e gli assi di questi due cerchi sarebbero paralleli. Ma non è questa la posizione che tiene la Terra riguardo alla sua orbita. Prima di mostrarla, diamo un'occhiata alla figura 10.

Si è voluto qui rappresentare la Terra in quattro punti della sua orbita, cioè nel solstizio di estate, nell'equinozio di autunno, nel solstizio d'inverno,

e nell'equinozio di primavera. Il Sole è nel centro dell'eclittica, giacchè questa per la ragione detta al § 14 si suppone qui di forma circolare. Venendo però figurata come se il suo piano fosse perpendicolare a quello della pagina e fosse veduta un po' di traverso, apparisce in conseguenza assai bislunga. Quindi deve uno immaginarsi che la sfera inferiore (equinozio di primavera) spicchi in fuori verso la faccia del lettore, e la superiore (equinozio d'autunno) sfondi altrettanto dietro la carta in modo che le linee a puntini CY di tutte e quattro le sfere vengano a trovarsi sopra uno stesso

Fig. 10.



piano tagliante perpendicolarmente quello della pagina. Il moto della Terra, così annuo come diurno, succede nella direzione indicata dalle frecce, cioè da occidente ad oriente.

La circonferenza di ciascuno dei quattro cerchi, con cui qui si è disegnata la Terra, ci rappresenta un meridiano che divide l'emisfero anteriore (cioè quello a noi rivolto) dal posteriore. La linea PP' ci figura insieme l'asse terrestre ed un altro meridiano; la linea OS un circolo che segna il limite della luce solare sul globo, e che noi perciò chiameremo *orizzonte solare*; la linea RY, il tropico del Capricorno, che, avendo a sè prossima la città di Rio Janeiro, ci mostra il giro che il moto diurno della Terra fa fare a quella città trasportandola pei punti dello spazio R, b, d, Y, ecc.; la linea QI, l'equatore, e perciò il giro che il moto diurno fa descrivere alla città di Quito, che sorge presso a quel massimo cerchio; la linea CT, il tropico del Cancro e la rivoluzione diurna della città di Canton che gli sorge dappresso; la linea MA, quasi alla latitudine di Milano, il parallelo medio tra l'equatore ed il polo artico, ed in conseguenza la direzione e la grandezza del giro diurna di questa città; infine la linea DO, il circolo polare artico, presso cui è la città di Tornea.

Consideriamo ora la posizione della Terra rispetto all'eclittica.

Il suo asse PP' fa col piano dell'orbita terrestre un angolo di $66^{\circ}, 32'$; onde il piano dell'equatore QI fa con quello dell'eclittica un angolo di $23^{\circ}, 28'$, che è quanto manca all'angolo di $66^{\circ}, 32'$ per compiere l'angolo retto. Quindi avviene che, quando la Terra si trova in quel punto della sua orbita in cui accade il solstizio di estate, i raggi del Sole nell'ora di mezzodì feriscono perpendicolarmente la superficie terrestre nel punto C, a $23^{\circ}, 28'$ al nord dell'equatore, cioè laddove il tropico del Cancro CT incontra il piano dell'eclittica. Così a noi sembra che il Sole nel suo apparente viaggio sia pervenuto fino al tropico settentrionale.

Ma la Terra prosegue il suo cammino. Se essa, avanzando, tenesse sempre, nella guisa che abbiamo ora veduto, la metà superiore del suo asse rivolta al Sole, simile in ciò a colui che girando intorno ad un oggetto, per esempio, intorno ad un tavolino, tenesse sempre la faccia rivolta al medesimo, il raggio solare allora batterebbe tutto l'anno verticalmente sul tropico del Cancro e produrrebbe un perpetuo solstizio di estate. La Terra invece, percorrendo l'eclittica, fa come colui che, girando intorno al suddetto tavolino, tenesse la faccia e tutta la persona anteriore rivolta sempre ad una data parete della stanza; ond'egli cangerebbe di continuo posizione riguardo al tavolino divenuto centro del suo moto, e se lo troverebbe ora dirimpetto, ora a sinistra, ora alle spalle, ed ora a destra. In simil maniera il nostro pianeta girando intorno al Sole tiene sempre diretto ciascuno dei poli verso una stessa parte del cielo, cioè il polo artico verso la parte ove splende la stella polare, e l'antartico per conseguenza verso la parte opposta; onde la sua posizione, mantenendosi sempre eguale relativamente alle stelle, cangia di continuo rispetto al Sole, ai cui raggi presenta ora ambedue i poli, siccome fa nei due equinozi, ora soltanto il polo artico, come nel solstizio di estate, ed ora soltanto l'antartico, come nel solstizio d'inverno. Se l'asse terrestre, durante l'annuo giro del globo, lasciasse traccia di sè nello spazio, noi vedremmo che le linee indicanti le successive sue posizioni sarebbero tutte tra loro parallele siccome mostra la figura, ove l'asse fu appositamente prolungato con linee punteggiate in tutte e quattro le posizioni ivi rappresentate. Gli è questo appunto che si vuole intendere quando, in cambio di dire che la Terra gira intorno al Sole coll'asse sempre di-

retto ad una stessa parte del cielo, si dice con più precisione che *gira intorno al Sole coll'asse sempre parallelo a sè stesso*.

§ 17. La diversa durata dei giorni e delle notti nei varî tempi dell'anno e ne' varî paesi. I crepuscoli. — Il girare che fa la Terra intorno a sè stessa e contemporaneamente intorno al Sole coll'asse sempre parallelo a sè medesimo ed inclinato $66^{\circ} 32'$ sull'eclittica è la causa della diversa durata dei giorni e delle notti. Il che, osservando la figura 10.^a, salta, per così dire, agli occhi di chiunque non dimentichi:

1.^o che la direzione e la grandezza del giro che il moto diurno fa descrivere a un punto qualunque della superficie terrestre, per esempio, ad una città, sono indicate dal parallelo su cui quel punto si ritrova;

2.^o che siccome ogni meridiano taglia l'equatore e ciascun parallelo in due parti eguali, così quando l'orizzonte solare, ossia il confine tra l'emisfero illuminato e l'oscuro, coincide con un meridiano, ogni punto della superficie terrestre fa la metà del suo giro nella luce e metà nell'ombra, ossia ha il giorno eguale in durata alla notte, siccome appunto avviene negli equinozi di primavera e di autunno;

3.^o che quando invece l'orizzonte solare non coincide col meridiano, ma fa coll'asse terrestre un angolo più e meno acuto, allora esso divide ogni parallelo (non però l'equatore) in parti disuguali, di modo che ogni punto della superficie terrestre che non sia sull'equatore, descrive nella luce una porzione più o meno grande di circolo di quella che descrive nell'oscurità, ossia ha il giorno più o meno lungo della notte;

4.^o che tale disuguaglianza per ciascun paese cresce o diminuisce nei varî tempi dell'anno, secondo che va crescendo o diminuendo l'angolo OUP che fa l'orizzonte solare OS coll'asse terrestre PP'; il quale angolo va continuamente aumentando a mano a mano che la Terra da un equinozio va avvicinandosi ad un solstizio (dove è di 23° , $28'$), e va continuamente scemando a mano a mano che da un solstizio va avvicinandosi ad un equinozio;

5.^o che la stessa disuguaglianza in un tempo medesimo è maggiore o minore nei diversi paesi secondo che è maggiore o minore la loro latitudine; laonde alla metà di maggio, per esempio, la disuguaglianza dei giorni e delle notti è più grande a Milano che a Canton, più a Parigi che a Milano, più a Pietroburgo che a Parigi, e via dicendo.

Veniamo agli esempi. Osservisi il solstizio di estate nella figura 10. Milano, il cui circolo diurno è rappresentato nella figura dal parallelo MA, quando trovasi in M ha mezzodì. A percorrere il quarto di cerchio MA spende sei ore; e da *i* ad *l* (principio della sera) un'ora, 44 minuti e 30 secondi; onde il suo corso da mezzodì a sera è di 7 ore e 44 minuti e mezzo. Raddoppiando questo numero (per la durata del suo corso dal mattino al mezzodì) si hanno 15 ore e 29 minuti, ossia 15 ore e mezzo circa di Sole. Nel punto *l* comincia la sera, o, per meglio dire, il crepuscolo; dal qual punto a giungere a quello della mezzanotte, che è in A, corrono 4 ore e 15 minuti e mezzo, che raddoppiate divengono 8 ore e 31 minuti tra notte e crepuscoli. Il giorno dunque più lungo dell'anno è per Milano di 15 ore e 29 minuti; e per conseguenza la notte più corta di 8 ore e 31 minuti (*).

(*) Ma, a cagione dell'a rifrazione dei raggi solari prodotta dall'atmosfera (per la qual rifrazione vedesi il Sole sull'orizzonte qualche minuto prima che vi spunti in realtà e qualche minuto dopo che ne è partito), il giorno più lungo è a Milano di 15 ore e 37 minuti ed il giorno più corto di 8 ore e 38 minuti.

Anche negli altri paesi dell'emisfero boreale il giorno più lungo e la notte più breve di tutto l'anno avvengono nel solstizio di estate. Ma nell'emisfero meridionale avviene tutto il contrario che nel settentrionale. Al massimo giorno di Canton, sul tropico del Cancro, corrisponde a Rio Janeiro, sul tropico del Capricorno, la massima notte; così l'uno come l'altra di 13 ore e 27 minuti circa; e alla minima notte di Canton corrisponde a Rio Janeiro il minimo giorno, ambedue di 10 ore e circa 33 minuti. E mentre a Tornea, presso al circolo polare artico, durante le 24 ore del giro diurno non vi è che giorno, sul circolo polare antartico non vi è invece che notte.

Dal solstizio di estate passando all'equinozio di autunno tutto si va cambiando. L'asse terrestre declina a poco a poco dal Sole la sua metà boreale, finchè questa si trova riguardo a lui nella stessa posizione della metà australe; l'orizzonte solare va diminuendo l'obliquità con cui taglia i circoli di rotazione, finchè passando per i due poli coincide col meridiano; il raggio del Sole perpendicolare alla superficie terrestre si va scostando sempre più dal tropico del Cancro finchè giunge all'equatore; la differenza infine tra il tempo della luce e quello dell'oscurità va ognor più scemando in ambedue gli emisferi, finchè al punto dell'eclittica, che per tal ragione si chiamò equinozio, succede in tutta la Terra tra il giorno e la notte un'eguaglianza perfetta.

Le altre fasi della Terra non hanno bisogno di dichiarazione, bastando, dopo quanto si è detto, la semplice osservazione della figura a comprenderle. Giunta la Terra nel solstizio d'inverno, il suo asse è di nuovo inclinato verso il Sole quanto nel solstizio di estate; ma non più colla metà sua settentrionale, bensì colla meridionale. Quindi le parti sono perfettamente rovesciate; il raggio perpendicolare del Sole batte ora sul tropico del Capricorno; onde quello che avveniva al tempo dell'altro solstizio nell'emisfero boreale, avviene ora nell'australe; e viceversa, quello che accadeva allora in questo emisfero accade ora nell'altro. Nell'equinozio poi di primavera si ripetono gli stessi fenomeni già veduti nell'equinozio di autunno.

Una cosa nondimeno merita ancora di essere notata. Andando la Terra dall'equinozio di primavera al solstizio di estate impiega circa tre mesi. In questi tre mesi l'emisfero illuminato va sempre, per dir così, guadagnando terreno nelle regioni artiche, mentre lo va perdendo nelle antartiche, in cui si avvanza la notte. Dopo il solstizio di estate per altri tre mesi l'orizzonte solare si va ravvicinando ai poli, perdendo a settentrione quel terreno che va racquistando a mezzogiorno, finchè all'equinozio d'autunno, come già si vide, occupa porzioni eguali in ambedue gli emisferi. Ora è chiaro che il polo artico in tutto il tratto che passa dall'uno all'altro equinozio, cioè per sei mesi continui, ha sempre giorno, mentre il polo antartico in tutto il detto tempo ha sempre notte; e che quindi negli altri punti delle regioni circumpolari, aventi cioè una latitudine maggiore di 66° , $32'$, il Sole sorge bensì e tramonta ogni 24 ore per una parte dell'anno, ma per un'altra parte sta più giorni e anche più mesi senza mai calare sotto l'orizzonte, e più giorni o mesi senza mostrarsi. Per una ragione però, che non è qui il luogo d'indicare, le durate di queste vicissitudini entro al circolo polare antartico non corrispondono alle stesse latitudini a cui corrispondono entro al circolo polare artico.

Le due seguenti tabelle mostrano di cinque in cinque gradi la durata del

giorno più lungo e quella del più breve nei paesi che trovansi tra la latitudine di 0° e quella di 66°, 32', ed il numero dei giorni in cui il Sole non tramonta e di quelli in cui non nasce nei paesi circumpolari del nostro emisfero, ossia posti tra la latitudine boreale di 66°, 32' e quella di 90°.

LATI- TUDINE	DURATA IN ORE E MINUTI DEL GIORNO PIU' LUNGO	DURATA IN ORE E MINUTI DEL GIORNO PIU' BREVE	LATI- TUDINE	DURATA IN ORE E MINUTI DEL GIORNO PIU' LUNGO	DURATA IN ORE E MINUTI DEL GIORNO PIU' BREVE
0°	12. ^{or.} 0 ^{m.}	12. ^{or.} 0 ^{m.}	40°	14. ^{or.} 51 ^{m.}	9. ^{or.} 9 ^{m.}
3°	12. 17	11. 45	45°	15. 26	8. 54
10°	12. 35	11. 25	50°	16. 9	7. 31
15°	12. 55	11. 7	55°	17. 7	6. 55
20°	13. 15	10. 47	60°	18. 30	5. 50
25°	13. 34	10. 26	65°	21. 9	2. 51
30°	13. 56	10. 4	66°, 32'	24. 0	0. 0
35°	14. 22	9. 38			

LATITUDINI BOREALI	IL SOLE NON TRAMONTA PER CIRCA GIORNI	IL SOLE NON SORGE PER CIRCA GIORNI	IL SOLE SORGE E TRAMONTA ENTRO 24 ORE PER GIORNI
66°, 32'	1	1	563
70°	63	60	240
75°	103	97	165
80°	134	127	104
85°	161	153	51
90°	186	179	0

L'atmosfera riflette sulla superficie terrestre parte della luce solare da cui è attraversata: per tal cagione il passaggio dall'ombra alla luce non è repentino, ma graduato. Sull'orlo dell'emisfero oscuro, laddove non percuote il raggio diretto del Sole, invece della subita notte, continua nell'aria per lo spazio ancora di quasi 18 gradi un chiarore che diminuisce a poco a poco, finchè si spegne affatto nell'ombra. Questo chiarore chiamasi *crepuscolo*. Passando un paese dall'emisfero illuminato all'oscuro, gode del *crepuscolo vespertino*; e passando dall'emisfero oscuro all'illuminato, ha il *crepuscolo mattutino*, ossia l'alba e l'aurora.

Benchè in ogni paese, fuorchè all'equatore, vada sempre cangiando nel corso dell'anno la durata dei giorni e delle notti (intendendo per *giorno* il solo spazio di tempo tra la levata e il tramonto del Sole), nondimeno la durata complessiva, ossia la somma di tutte le ore di giorno e la somma

di tutte le ore di notte, sono sempre eguali per ogni paese del globo, cioè compongono sei mesi di giorno e sei di notte. Ma non è così dei crepuscoli. Non solo la durata loro giornaliera, ma anche la complessiva di tutto l'anno è assai diversa nei diversi paesi. La prima varia in uno stesso paese secondo la stagione, essendo massima nel solstizio di estate, minima in quello d'inverno. La seconda differisce da un paese all'altro secondo la latitudine, essendo massima ai poli, minima all'equatore. Così mentre sulla linea equinoziale la durata complessiva dei crepuscoli in un anno è di circa 37 giorni, ai poli invece giunge alla somma di circa 102 giorni.

§ 18. Cause della diversa temperatura nelle varie ore del giorno e nelle varie stagioni. Zone terrestri. — Queste cause sono due:

1.^o La diversa durata dei giorni e delle notti. La superficie terrestre, mentre riceve dal Sole una maggiore o minor quantità di calorico, va pure più o meno irraggiandolo negli spazi celesti. Quindi la temperatura di un luogo diviene più o meno elevata, più o meno bassa, secondo che ivi la quantità di calorico assorbita è maggiore o minore della quantità irraggiata, o, in altri termini, secondo che l'acquisto è superiore o inferiore alla perdita. È chiaro poi che, mentre di giorno il guadagno (per continuare questo semplice linguaggio) supera la perdita, di notte invece la perdita è sola, senza compenso di guadagno alcuno. Il che posto, ognuno può rendersi ragione da sè stesso del perchè la temperatura si vada elevando nell'estate quando i giorni sono più lunghi delle notti, e abbassando nel verno, quando le notti sono più lunghe dei giorni, e mitigando nella primavera e nell'autunno, quando la differenza tra le une e gli altri non è grande: e del perchè poi in un medesimo giorno di qual si voglia stagione la temperatura sia diversa nelle diverse parti di esso; e del perchè infine l'effetto sulla temperatura non sia contemporaneo alla causa che lo produce, ma alcun poco posteriore, siccome è, a cagion d'esempio, il massimo calore della state o il massimo freddo del verno, che succedono, non già nei solstizi quando è massima la lunghezza dei giorni o delle notti, ma, poco più, poco meno, un mese più tardi.

2.^o La direzione perpendicolare, o l'obliquità maggiore o minore dei raggi solari. Il calorico dell'aria deriva da due fonti, cioè dal Sole direttamente, e più ancora riflessamente dalla superficie terrestre. Il divario tra la quantità ricevuta e la quantità emessa costituisce la temperatura così dell'aria come d'ogni altro corpo. Si calcola che di tutta la copia di calorico che versa il Sole sulla Terra, due terzi soltanto arrivino alla sua superficie e agli strati ad essa prossimi dell'aria, e l'altro terzo sia assorbito dall'atmosfera. Ma tale assorbimento è assai piccolo riguardo a quei raggi che attraversano l'atmosfera verticalmente, laddove è più o meno grande riguardo a quelli che più o meno obliquamente la percorrono. Da ciò pertanto deriva che al mezzodì i raggi solari, essendo verticali sopra il suolo di un dato paese, o almeno non tanto obliqui come al mattino e alla sera, vi giungano perciò più potenti che in ogni altra ora del giorno, sebbene l'effetto del loro massimo vigore non si mostri nella temperatura se non due ore circa più tardi, quando cioè la quantità ricevuta sia divenuta superiore in massimo grado a quella irradiata. La stessa causa poi concorre a far sì che la più alta temperatura del globo sia fra i tropici, tra i quali abbiamo veduto continui i raggi verticali del Sole, e la più bassa sia entro ai cir-

coli polari, dove l'obliquità dei raggi solari è più grande che altrove; e concorre pure a produrre le vicende di temperatura non solo quotidiane (che dianzi accennammo), ma anche annuali; cioè, a cagion d'esempio, i calori estivi per l'emisfero settentrionale e i freddi invernali pel meridionale nell'epoca in cui il Sole si trova sul tropico del Cancro, ed in cui perciò i raggi riguardo a quelli del secondo emisfero sono più obliqui che in altro tempo qualunque; e viceversa i freddi invernali per noi settentrionali e i calori estivi pei popoli meridionali nell'epoca in cui il Sole è sul tropico del Capricorno, ed in cui perciò i suoi raggi giungono a noi più obliqui, e alle regioni del mezzogiorno più diretti, che in ogni altra stagione.

Le due cause suddette operando insieme si contemperano a vicenda e ne formano una sola, o, per meglio dire, si riuniscono in un solo effetto, che cresce e diminuisce regolarmente secondo il diminuire e il crescere della latitudine. Laonde, conosciuta la posizione geografica di un luogo, nel modo medesimo che da essa si può dedurre la varia durata de' suoi giorni e delle sue notti, così pure se ne potrebbe ricavare con egual precisione la sua media temperatura, se molte cause particolari (che altrove indicheremo) non alterassero variamente l'effetto di quelle sue generali cagioni.

Secondo la diversità di temperatura prodotta da queste due cause sulle varie parti della superficie terrestre, fu questa divisa in cinque zone. Si disse *zona torrida*, cioè caldissima, la porzione compresa fra i due tropici, ove la durata del giorno eguaglia sempre quella della notte o ne differisce per poco più che un'ora, e dove il Sole dardeggia sopra ogni paese i suoi raggi, quando verticalmente, e quando in direzione assai prossima alla verticale. Si dissero *zone temperate* le due porzioni comprese fra i tropici e i circoli polari, nelle quali la maggior durata dei giorni e delle notti varia fra le ore 13 e mezzo e le 24, e l'obliquità dei raggi solari fra $23^{\circ} 28'$, e $66^{\circ} 32'$. Infine si dissero *zone glaciali* le due porzioni racchiuse entro i circoli polari, nelle quali l'obliquità e perciò la debolezza dei raggi solari è grandissima, ed in cui la più lunga presenza e la più lunga assenza del Sole nell'anno varia secondo le latitudini da un giorno intero a sei mesi.

§ 19. La precessione degli equinozi. — Abbiamo supposto finora che l'asse della Terra si mantenga sempre nella stessa direzione rispetto alle stelle, cioè che rimanga sempre parallelo a sè stesso; e come tale può infatti riguardarsi, confrontando la posizione che esso tiene al principio con quella che tiene alla fine di un medesimo anno. Ma confrontando termini più lontani si scorge un lentissimo cambiamento nella sua direzione.

L'asse terrestre, come già si disse, fa un angolo di $23^{\circ} 28'$ circa coll'asse dell'eclittica, ossia (che torna alle medesime) con una linea parallela a quest'asse e passante pel centro della Terra. Ora è da sapere che l'asse terrestre si volge intorno alla suddetta linea per modo che il polo artico da una parte e il polo antartico dall'altra descrivono intorno ad essa una circonferenza eguale a quella dei circoli polari: se non che questi sono descritti dai poli dell'eclittica intorno ai poli del mondo nel solo spazio di un giorno, e soltanto in apparenza, cioè a cagione della diurna rotazione del cielo; e quelli invece sono descritti dai poli terrestri intorno ad una linea parallela all'asse dell'eclittica, non già in apparenza, ma in realtà, e non già nello spazio di un giorno, ma nel periodo di quasi 26 mila anni. Così il polo artico, che ora è diretto ad un punto del cielo distante un grado e mezzo

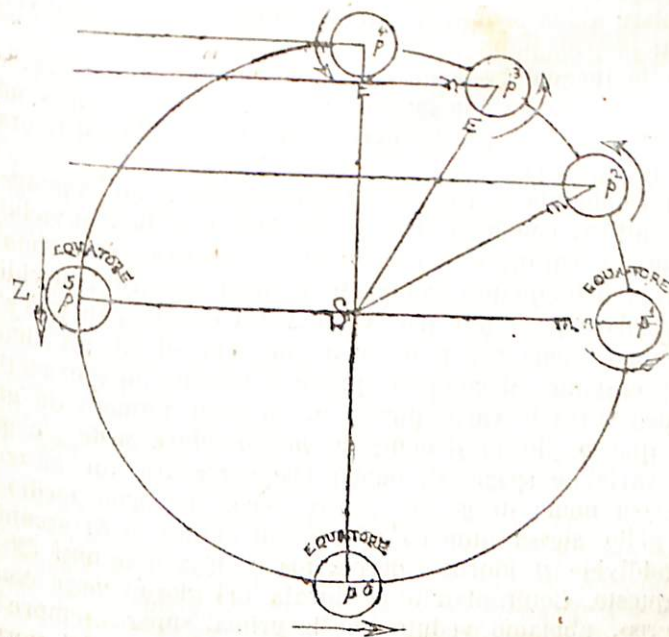
dalla stella polare, nello spazio di 13 mila anni se ne sarà colla sua direzione tanto dilungato che quella stella avrà già perduto da un pezzo la qualità sua di *polare*, e la stella *Vega* col suo vivo splendore le sarà in quell'ufficio succeduta.

Per questo lento movimento della Terra, l'equatore, mentre fa sempre lo stesso angolo di $23^{\circ} 28'$ coll'eclittica, la va però tagliando in punti sempre differenti; i quali punti d'intersezione, che già sappiamo chiamarsi *equinozi*, spostandosi sempre sull'orbita terrestre, ne compiono tutto il giro nel detto periodo di 26 mila anni. E siccome questo cammino degli equinozi è retrogrado, cioè fatto pel verso contrario a quello del Sole, e siccome il Sole per tal motivo incontra ogni anno gli equinozi un poco prima dell'anno antecedente, perciò un tal movimento chiamasi *precessione degli equinozi*.

Gli equinozi dividono il viaggio settentrionale dal viaggio meridionale del Sole. Lo spostamento degli equinozi è dunque lo spostamento delle stagioni e di tutte le parti dell'anno. Questa è la ragione per cui ai diversi mesi ed alle diverse stagioni non corrispondono più, come già si vide, le stesse costellazioni che loro corrispondevano in antico.

§ 20. Il giorno sidereo ed il giorno solare. — Il tempo che spende la Terra a compiere un giro intorno al proprio asse, ossia il tempo che corre tra due consecutivi passaggi di una stella (in latino *sidus*) nel meridiano di un luogo, dicesi *giorno sidereo*. Il tempo invece compreso tra due consecutivi passaggi del Sole per quel meridiano (tempo più lungo dell'altro) nomasi *giorno solare*. Ambedue questi tempi si dividono in ore e si suddividono in minuti e in secondi; ma le ore, i minuti, e i secondi siderei sono più brevi delle ore, dei minuti, e dei secondi solari.

Fig. 11.



Ad intendere la ragione di tal differenza basta dare un'occhiata alla

figura 11. Quivi il maggior cerchio ci rappresenta l'eclittica; i minori, la Terra; il punto S, il Sole; ed i punti p^1 , p^2 , p^3 , ecc., vari punti dell'eclittica, in cui si trasferisce la Terra. Questa per maggior semplicità è qui figurata coll'asse perpendicolare al piano dell'eclittica, per modo che i punti p^1 , p^2 , p^3 , ecc., indicano pure il centro del globo ed insieme il polo artico. Ciò posto, moviamo colle nostre osservazioni dal punto dell'eclittica p^1 ; e fissiamo un meridiano qualunque, per esempio, quello di Torino, nell'istante in cui, trasportato dalla rotazione diurna del globo pel verso indicato dalla freccia, passa pel centro S del Sole e nel tempo stesso per la stella Z. Questo meridiano sarà dunque rappresentato dalla linea p^1n , che venne prolungata sino ai punti S e Z per renderne più sensibile la direzione in confronto colle altre situazioni del meridiano medesimo. Ora è chiaro che ogni qual volta il suddetto meridiano, durante il viaggio della Terra per l'eclittica, riprenderà la medesima direzione parallela a quella che aveva in p^1 , il nostro globo avrà compiuto un intero giro intorno al proprio asse, ossia sarà compiuto per Torino e per tutti gli altri paesi che trovansi sullo stesso meridiano un intero giorno siderale. Ma sarà anche compiuto ogni volta un intero giorno solare?; o in altri termini, ogni volta che quel meridiano riprenderà la sua direzione parallela a p^1n , come in p^2n , p^3n , p^4n , ecc., tornerà anche siccome in p^1 a passare nello stesso tempo pel centro del Sole? La figura ci mostra che ciò non avviene più in tutto l'anno, e che in p^2 , per esempio, che dista 30 gradi e perciò più di 30 giorni da p^1 , la differenza è già assai notevole, giacchè bisogna che il meridiano, dopo aver compiuto il giorno siderale p^2n , percorra ancora l'arco nm prima di poter ripassare pel centro del Sole e compiere così un giorno solare. Una tal differenza, come vedesi in p^2 e in p^4 , va sempre crescendo.

§ 21. Il tempo vero ed il tempo medio. — Ma finora abbiamo supposto che il giorno solare abbia sempre l'eguale durata. Or ciò non è veramente per due ragioni:

1.^o Per la ineguale velocità del moto annuo della Terra, che è maggiore intorno al perielio che intorno all'afelio: onde la terra non percorre archi dell'eclittica ogni giorno eguali, ma archi differenti, ora maggiori, ora minori di un grado.

2.^o Per l'obliquità dell'orbita terrestre riguardo all'equatore; onde due archi dell'eclittica, compresi ciascuno fra due meridiani e vicini, per esempio, l'uno ad un equinozio e l'altro ad un solstizio, non sono proporzionali agli archi dell'equatore compresi fra quei medesimi meridiani.

Il giorno solare, per tanto, per la sua varia durata non può servire a misurare il tempo, come non può servire di unità di misura alcuna quantità che non sia costante. Si compose quindi a tal fine un giorno fittizio, prendendo la media tra le varie durate di un gran numero di giorni solari. Si diede a questo giorno il nome di *giorno solare medio*; e quello costante nel variabile spazio di tempo che corre tra un mezzodì e l'altro fu distinto col nome di *giorno solare vero*. Il giorno medio si divide e suddivide nello stesso numero di ore, di minuti, e di secondi in cui si divide e suddivide il giorno siderale, ma è circa 4 minuti ($3' 56''$, 3) più lungo di questo. Confrontando la durata del giorno vero con quella del giorno siderale, abbiamo veduto che la prima supera sempre la seconda, ma ora più, ora meno. Confrontando adesso la durata del giorno vero con

quella del medio, dobbiamo dire che la prima per una parte dell'anno supera più o meno la seconda, e per un'altra parte è da questa più o meno superata. Il giorno vero più lungo è il 23 dicembre, che supera il medio di 30 secondi; ed il più breve è il 16 settembre, che è superato dal medio di 21 secondi. Queste piccole differenze giornaliere ne formano in capo a molti giorni una di vari minuti, la quale giunta a un punto retrocede a poco a poco fino a zero, poi torna a crescere, e poi ancora a diminuire secondo che il passo uniforme del giorno medio guadagna o perde sul passo disuguale del giorno vero.

Un oriuolo, la cui lancetta compie il doppio suo giro in un giorno più lungo del sidereo di 4 minuti circa, dicesi regolato a tempo medio, e perciò non trovasi se non assai raramente d'accordo col mezzodì vero, ossia non segna le dodici ore nell'istante medesimo, in cui il centro del Sole trovasi sul meridiano, se non poche volte all'anno. Queste volte sono il 15 aprile, il 15 giugno, il 31 agosto, e il 25 dicembre. In tutti gli altri giorni al mezzodì vero quell'oriuolo (supposto che sia perfettamente esatto) segna, quando qualche minuto di più, e quando qualche minuto di meno delle 12 ore. La massima differenza in più ha luogo l'11 febbrajo, in cui l'oriuolo segna 12ore, 14min. e 34sec. al momento in cui il centro del Sole passa pel meridiano; e la massima differenza in meno, che è di 16min. e 18sec., ha luogo il 2 novembre, in cui a mezzodì vero quell'oriuolo segna 11ore 43min. e 42sec. Se quel medesimo oriuolo venisse ogni giorno affrettato o ritardato quanto bisogna affinchè le sue lancette segnassero le 12 ore precise all'istante in cui una perfetta meridiana segna mezzodì, sarebbe *regolato a tempo vero*.

§ 22. Il calendario presso gli antichi. Riforma di Giulio Cesare. Riforma di Gregorio XIII. — Presso tutti i popoli la durata dell'anno fu sempre calcolata in giorni compiuti. Un tale anno istituito dagli uomini per la comodità loro chiamasi *anno civile*. Affinchè però il disaccordo tra quest'anno artificiale e il naturale non divenisse mai soverchio, si ordinò che quando le frazioni di tempo che erano state in ciascun anno trascurate componessero uno o più giorni intieri, si andassero questi aggiungendo, o, come dicevasi dai Latini, *intercalando* in certi anni determinati. In somma si adottò fino ab antico il provvedimento, che dura tuttora, di andare di tratto in tratto togliendo la differenza tra la durata dell'anno civile e quella dell'anno tropico, quando tal differenza non è più di ore soltanto, ma di giorni.

Numa Pompilio fissò la durata dell'anno romano ordinario di 355 giorni; ma per tenerlo poi in accordo col viaggio del Sole prescrisse le necessarie intercalazioni, affidando ai pontefici la cura di collocarle secondo le regole da lui stabilite. Ma i pontefici, allungando e scorciando gli anni ad arbitrio, secondo che ai lor fini politici importava, ridussero le cose a tale che al tempo di Giulio Cesare l'anno romano correva innanzi al vero di 80 giorni circa, contandosi, a cagion d'esempio, l'equinozio di primavera quando era di poco passato il solstizio d'inverno. Giulio Cesare, fatto venire da Alessandria l'astronomo Sosigene, secondo i suoi suggerimenti stabilì: 1.^o che si aggiungessero 80 giorni all'anno allora corrente (era il 45 av. G. C.), dando, per esempio, al 21 di marzo il nome di 1 gennajo; onde quell'anno si compose di 445 giorni, e fu detto *anno di confusione*; 2.^o che d'indi in poi si distinguessero due specie di anni, l'*anno comune* e l'*anno*

bisestile; 3.^o che l'anno comune avesse 365 giorni, spartiti in 12 mesi, e ogni mese fosse alternativamente di giorni 31 e di giorni 30, tranne febbraio, che, essendo dedicato agli dei infernali, fu lasciato, qual era già, di giorni 28, e tranne agosto, che invece di 30 fu fatto di giorni 31, portando così un cambiamento nella detta alternativa; 4.^o che, essendo l'anno tropico di 365 giorni e un quarto circa, e salendo la differenza tra l'anno tropico e il civile nel periodo di 4 anni ad un giorno intero, si dovesse perciò ad ogni quarto anno di questo periodo intercalare un giorno nel mese di febbraio col nome di *bis sexto calendas*, onde poi provenne all'anno quello di *bisestile*.

Ma l'anno giuliano (chè così fu poi chiamato l'anno instituito da Giulio Cesare) è più lungo del tropico di 11' 8", 3904, che in capo a 4 anni fanno circa 3 quarti d'ora, e in capo a 129 anni circa un giorno, e in capo a 400 anni poco più di tre giorni. Quindi ad ogni 129 anni l'equinozio di primavera cadeva un giorno innanzi, cioè invece di avvenire al 21 marzo, avveniva al 20, e poi, indi a 129 anni, al 19, e poi al 18, e così innanzi. Il concilio di Nicea nel 325 rimise il 21 marzo in corrispondenza coll'equinozio, ma non provvide all'avvenire; onde 1257 anni più tardi, ossia nel 1582, gli astronomi notavano l'equinozio di primavera non già ai 21, ma agli 11 di marzo, giacchè essendo l'anno vero o naturale un poco più corto del civile o artificiale non potevano cogli stessi istanti di questo coincidere ogni anno i ritorni dell'equinozio primaverile, ma dovevano sempre aver luogo alcuni istanti prima di quel che erano accaduti nell'anno precedente; e così le 1257 anticipazioni avvenute in 1257 anni avevano prodotto un'anticipazione totale di quasi 10 giorni.

Gregorio XIII, che allora pontificava, volle riformare il calendario, e perciò stabilì: 1.^o che il 5 ottobre del 1582 venisse chiamato il 15 ottobre; 2.^o che in ciascun periodo di 400 anni, l'anno con cui termina ciascun secolo, per esempio, l'anno 1600, il 1700, il 1800, il 1900, ecc., non sia sempre bisestile, siccome era nel calendario giuliano, ma sia tale soltanto quello del primo secolo del periodo, e gli altri tre sieno comuni. Secondo la qual prescrizione pertanto il 1600 fu bisestile; ma comuni furono il 1700 e il 1800, e comune sarà pure il 1900; dopo di che il 2000 sarà bisestile e comuni gli altri tre 2100, 2200, 2300; e via dicendo. Così si sopprimono quei 3 giorni pei quali già vedemmo il corso di 400 anni giuliani esser più lungo (e quindi più tardo) del corso di altrettanti anni tropici, e si va ristabilendo l'accordo tra gli uni e gli altri prima che il divario loro divenga maggiore di un giorno.

La regola per riconoscere se un anno qualunque sia o no bisestile è semplicissima. Essa può essere espressa nel modo seguente: *È bisestile ogni anno il cui numero d'ordine ha divisibili esattamente per 4 le cifre indicanti il secolo, se si tratta d'anno secolare, e le ultime due cifre, se si tratta d'anno non secolare*. Così gli anni 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, ecc., sono bisestili perchè le cifre indicanti il secolo, cioè 16, 20, 24, 28, 32, sono divisibili esattamente per 4; e gli anni 1864, 1868, 1872, 1876, 1880 sono bisestili perchè le ultime due cifre 64, 68, 72, 76, 80 si possono dividere per 4 esattamente.

CAPITOLO SECONDO.

Il sistema planetario solare. Le stelle.

§ 23. Divisione degli astri e dei pianeti. — Gli astri, come già dicemmo altrove, sono di due specie: *stelle* e *pianeti*. Così gli uni come gli altri hanno figura sferica, o quasi sferica; ma tra loro c'è questa differenza, che i pianeti sono globi per sè stessi oscuri, che si aggirano intorno ad una stella da cui vengono illuminati, e le stelle invece sono globi splendenti di luce propria, i quali, rispetto ai pianeti in mezzo a cui si trovano, non cangiano mai di luogo. La Terra, per esempio, essendo per sè stessa oscura e aggirandosi intorno al Sole, è perciò un pianeta. Il Sole invece, risplendendo di luce propria, e mantenendo sempre rispetto alla Terra e agli altri suoi pianeti la stessa posizione (giacchè il suo moto intorno a noi non è che una apparenza), è perciò una stella (*).

Chiamasi *sistema planetario solare* l'ordine con cui tutti i pianeti secondo certe leggi si muovono intorno al Sole. La scienza che spiega queste leggi e tutti i fatti concernenti i corpi celesti dicesi *astronomia*. È probabile che ogni stella, al pari del Sole, sia centro di un sistema planetario. Noi però non conosciamo altri pianeti se non quelli che si rivolgono intorno alla stella da noi distinta col nome di *Sole*.

Due generi di pianeti dobbiamo in primo luogo distinguere. Alcuni si assomigliano molto alla Terra tanto nei rivolgimenti quanto nella solidità e nella figura; e questi ritengono in particolare il nome di *pianeti*. Altri invece ne differiscono assai, così per la materia e la forma loro, come per la qualità dei loro movimenti; e questi riceverono il nome di *comete*. I pianeti propriamente detti sono poi di due specie: si chiamano *primari* quelli che volgonsi immediatamente intorno al Sole; e diconsi *secondari* o *satelliti* o *lune* quegli altri che si aggirano immediatamente intorno ad un pianeta primario. La Terra gira immediatamente intorno al Sole; e quindi è un pianeta primario. La nostra Luna al contrario gira immediatamente intorno alla Terra; e quindi è un satellite di lei, un pianeta secondario.

I maggiori tra i pianeti primari sono otto. Nominandoli coll'ordine con cui si succedono, dal più vicino al Sole al più lontano, sono: 1.^o Mercurio; 2.^o Venere; 3.^o Terra; 4.^o Marte; 5.^o Giove; 6.^o Saturno; 7.^o Urano; 8.^o Nettuno. Tra Marte e Giove si trovano vari pianeti, che per la loro piccolezza furono chiamati *asteroidi*. Al principio di quest'anno 1875 ascendevano al numero di 138; tutti scoperti in questo secolo, e la maggior parte di essi in questi ultimi anni.

Cinque dei pianeti primari, cioè Mercurio, Venere, Marte, Giove, e Saturno, sono visibili ad occhio nudo e perciò conosciuti sin dai tempi più antichi. Gli altri tutti (tranne la Luna), non essendo visibili se non per mezzo dei cannocchiali, si dissero perciò *telescopici*. Urano fu scoperto da Herschel ai 13 marzo 1781, e Nettuno da Leverrier col calcolo e da Galle col telescopio nel 23 settembre del 1846. Tra gli asteroidi poi il primo ad essere conosciuto fu Cerere scoperto dal Piazzi nel primo giorno di questo secolo.

(*) Parlando della stabilità del Sole è necessario notare che si tratta di una stabilità relativa ai pianeti del suo sistema e non già relativa alle altre stelle. Pozzi. Geografia.

La Terra e Nettuno hanno un solo satellite; Giove, quattro; Urano, sei (*); e Saturno, otto. Ma quest'ultimo, oltre le otto lune, ha pure un grande anello circolare che lo circonda senza toccarlo in alcun punto e che si compone di più anelli concentrici.

I pianeti pertanto finora conosciuti sono 166; cioè 8 maggiori, 138 asteroidi, e 20 satelliti.

§ 24. I sistemi di Tolomeo, di Copernico, e di Tico Brahé. — Le ipotesi degli antichi sul nostro sistema planetario furono adottate ed esposte nelle sue opere dal celebre astronomo alessandrino Tolomeo nella prima metà del secondo secolo avanti G. C.; onde quel sistema, fondato in sostanza sulle apparenze, si distinse coll'aggiunto di tolemaico.

Secondo esso la Terra è immobile nel centro dell'universo. Tutti gli astri le girano intorno giornalmente, con moto eguale ed uniforme e senza cambiare tra loro posizione, come se, affissi alla volta celeste, fossero dalla rotazione di questa trasportati. Ma sette di essi, cioè la Luna, Mercurio, Venere, il Sole, Marte, Giove, Saturno, mentre partecipano al moto comune, circolano intorno alla Terra con movimenti loro propri in direzione contraria. Sono questi i sette pianeti. Le loro orbite sono circolari e chiamansi *deferenti*. Ciascun pianeta però non percorre immediatamente il suo deferente, ma un altro circolo più piccolo, detto *epiciclo*, il cui centro percorre il deferente.

Tale era in iscorcio il sistema di Tolomeo. L'invenzione dei deferenti e degli epicicli serviva a spiegare le eccentricità e le apparenti irregolarità dei movimenti planetari. Nessun'idea del resto delle diverse distanze dei pianeti sia dalla Terra, sia tra di loro. Le stelle poi non eran che facelle destinate ad abbellire la notte.

Copernico, nato nel 1473 a Thorn, città della Prussia propria, fece rivivere le idee di Pitagora, che poneva il Sole nel centro del mondo e animava la Terra del doppio moto di rotazione e di traslazione. Il grande astronomo prussiano completò questo sistema con tutte quelle ipotesi che ora la scienza ha sollevato alla dignità di fatti certi e che fino d'allora, se non appagavano i sensi quanto il sistema tolemaico, soddisfacevano però assai di più la ragione. Ciò non ostante i sensi trionfarono sulla ragione; e il sistema copernicano ebbe per nemici non meno i dotti che gl'indotti.

Tico Brahé volle conciliare i due sistemi, e perciò ammise con Tolomeo l'immobilità della Terra, che non si poteva allora contrastare senza attirarsi la generale avversione, adottò le idee di Copernico intorno alla rivoluzione dei pianeti intorno al Sole, e immaginò che quest'astro con tutti i suoi seguaci si aggirasse intorno alla Terra.

Infine Galileo, dopo aver dato all'astronomia gl'istrumenti, cioè il cannocchiale ed il pendolo, le diede pure il sistema, fiancheggiando di prove d'ogni maniera quello di Copernico, che indi in poi in ogni nuovo passo, sia ogni nuova scoperta della scienza degli astri, trovò una novella prova della sua verità.

§ 25. Movimenti del Sole, sue dimensioni, sue macchie. — Il Sole è un globo dotato di due movimenti, uno di rotazione, che si compie in giorni 25,34 (**).

(*) Uno de' sei satelliti di Urano, cioè il quinto, non fu più veduto dopo Herschel, suo scopritore. (Vedi Delaunay, tradotto dal dott. Buzzetti, pag. 564 in nota.)

(**) La centesima parte di un giorno è 864", ossia 14 minuti e 24 secondi. Dunque 34 centesimi di un giorno fanno 8 ore, 9 minuti e 36 secondi. Il millesimo del giorno è 86", 4, ossia 1', 26", 4.

è l'altro di traslazione; giacchè si è conosciuto che questo gran centro del nostro sistema planetario, seguito da tutti gli astri che da lui ricevono luce e calore, si va continuamente avvicinando ad un punto della costellazione di Ercole.

Il diametro del Sole è 112 volte quello della Terra, ossia è lungo 1 426 000 chilometri; onde questo globo occupa in lunghezza quasi quattro volte la distanza che è dalla Terra alla Luna. In confronto al nostro pianeta la sua superficie è 12 544 volte maggiore, e il suo volume è 1 404 928 volte più grande. La sua distanza media da noi, come già si disse, è di oltre 152 milioni di chilometri; e perciò la sua luce, che percorre 298 000 chilometri al secondo (giusta le esperienze fatte nel 1862 da M. Foucault), e che in conseguenza ha una velocità 10089 volte maggiore di quella della Terra nella sua orbita, impiega 8 minuti e 30 secondi circa a giungere insino a noi.

Osservando il Sole con un cannocchiale, veggonsi sulla sua superficie alcune macchie, nelle quali si distinguono due parti, il *nucleo* d'un nero profondo, e la *penombra*, intorno al nucleo, d'una tinta meno oscura. Queste macchie, benchè diverse nella forma, nella dimensione, e nella durata (la quale non supera quasi mai le sei settimane), si muovono nondimeno tutte insieme con moto uniforme, cosicchè, notandone una ad un lembo del Sole, per esempio al suo lembo orientale, vedesi che essa, dirigendosi al lembo opposto, gli si va a poco a poco avvicinando, a capo di circa 14 giorni lo raggiunge, indi scompare, e dopo altrettanto tempo ricompare al lembo orientale dove prima era stata notata. Tutte le particolarità di questo moto e tutte le circostanze con cui le macchie ci si danno a vedere mostrano: 1.^o che queste fanno parte del Sole e non sono già corpi opachi giranti vicino e intorno ad esso; 2.^o che il Sole è un globo che compie un giro intorno al proprio asse nel tempo sopra indicato; 3.^o che è assai probabile l'ipotesi che a spiegare tutti i fatti riguardanti quelle macchie venne immaginata, che cioè il Sole sia un globo oscuro circondato da un'atmosfera gasosa, o per meglio dire da due atmosfere concentriche, una (la più vicina al globo solido) carica di nubi opache e riflettenti, e l'altra la più esterna) costituita di nubi luminose, e chiamata perciò *fotosfera*, ossia *sfera di luce*. Secondo tale ipotesi, quando avviene per qual si voglia cagione in ambedue le atmosfere un'apertura (simile agli squarci che alcuna volta si formano nelle nostri nubi), appare allora alla nostra vista una porzione del corpo oscuro del Sole formante il nucleo della macchia, e si mostra anche più o meno, secondo le posizioni, il lembo dello squarcio dell'atmosfera interna formante la penombra.

§ 26. La Luna, le sue dimensioni, e i suoi movimenti. — La Luna è un globo il cui diametro (di 3470 chilometri) è poco più di un quarto del diametro della Terra. La sua superficie è 13 volte minore della terrestre, ed il suo volume è 49 volte più piccolo di quello del nostro pianeta.

La superficie della Luna è più ineguale di quella della Terra; giacchè la massima altezza delle sue montagne sta solo 468 volte nel diametro lunare, laddove la massima altezza delle montagne nostre sta 1482 volte nel diametro terrestre. Quindi la grandezza relativa delle montagne lunari è più di 3 volte maggiore della grandezza relativa delle nostre. La maggior parte di esse sono circolari, con un'immensa e profondissima cavità nel mezzo, entro la quale si trova non di rado un'altra montagna.

La Luna manca affatto di atmosfera, e perciò di crepuscoli, di luce diffusa dall'aria, di acqua (giacchè se questa vi fosse, dovrebbe esservi un'atmosfera di vapori), e infine di esseri animati, della natura almeno di quelli che popolano la Terra.

I movimenti principali della Luna (non contando quello intorno al Sole) sono due: uno di rivoluzione intorno alla Terra da occidente ad oriente, e l'altro di rotazione intorno a sè stessa. Ma questo secondo, il cui periodo ha la stessa durata del primo, non è che il risultato del tenere la Luna nel suo giro intorno alla Terra rivolto a questa continuamente il medesimo emisfero, come farebbe una persona che, girando intorno ad un'altra, le mostrasse sempre il suo viso e tutta la parte anteriore del suo corpo, non facendole mai vedere la posteriore.

L'orbita della Luna è un'ellisse, in un foco della quale trovasi la Terra. Il punto dell'orbita più vicino alla Terra, chiamasi *perigéo*; il più lontano, *apogéo*. Il semi-asse maggiore di essa, ossia la distanza media della Luna da noi, è circa 60 raggi terrestri, che è quanto dire 400 volte minore di quella del Sole. La sua eccentricità è maggiore di quella dell'eclittica, essendo 0,0348, ossia quasi la diciottesima parte del suo semi-asse maggiore. Ecco le varie distanze in chilometri della Luna. Distanza massima 400 402; minima 358 798; media 379 600.

L'eclittica è tagliata obliquamente dall'orbita lunare, che fa con essa un angolo di 5 gradi circa; onde la Luna, volgendo intorno alla Terra, ora trovasi al di qua dell'eclittica verso il polo boreale, e ora di là verso l'australe. I due punti in cui l'orbita lunare taglia l'eclittica diconsi *nodi*; del quali chiamasi *ascendente* quello che la Luna attraversa andando da sud a nord, e *discendente* l'altro.

Dicesi che la Luna è in *congiunzione* quando trovasi tra il Sole e la Terra, e che è in *opposizione* quando la Terra si trova tra il Sole e la Luna.

§ 27. *Le fasi della Luna.* — Diconsi *fasi della Luna* i diversi aspetti che periodicamente ci presenta questo pianeta; il quale per la sua forma sferica essendo sempre illuminato per metà, e pel suo moto di rivoluzione cambiando sempre posizione rispetto alla Terra ed al Sole, ora ci volge la sua metà oscura, ora la sua metà illuminata, ed ora più o meno dell'una e dell'altra.

Quando la Luna è in congiunzione, ossia tra la Terra ed il Sole, la parte volta verso la Terra, com'è naturale, è l'oscura. In questa fase, che chiamasi *novilunio*, la Luna tramonta insieme col Sole.

Ma indi ad uno o due giorni, pel suo moto contrario all'apparente del cielo, cioè diretto da occidente ad oriente, la Luna trovasi a ponente un po' più alta sull'orizzonte, tantochè, tramontato il Sole, ci lascia vedere una piccolissima parte del suo emisfero illuminato, cioè una sottilissima striscia sotto forma di falce, che il moto diurno trascina indi a poco sotto l'orizzonte.

La sera appresso, sempre ad occidente, vedesi la Luna più alta il doppio della sera innanzi, visibile in cielo per il doppio tempo, e colla sua falce lucente il doppio più larga.

Così ogni sera tutto si raddoppia, altezza, durata, grandezza, finchè verso la settima od ottava sera la Luna ha già tanto progredito nel suo viaggio da occidente ad oriente che si trova sei ore più ad oriente del Sole, ossia mostrasi sul meridiano alle sei della sera. Essa allora, dandoci a vedere

una metà del suo emisfero illuminato, non ha più la forma falcata, ma quella di un semi-circolo. Questa fase chiamasi *primo quarto*, giacchè noi vediamo allora la quarta parte dell'intero pianeta.

Dopo questo tempo la Luna, avanzando sempre nel suo cammino verso oriente, ci mostra ogni sera una parte maggiore del suo emisfero illuminato, finchè, alla settima sera circa, ce lo fa vedere per intero. La luna allora è in opposizione, cioè ha la Terra tra sè ed il Sole. Divenuta più orientale di questo di 12 ore, essa trovasi nel punto opposto del cielo a quello del Sole, e passa pel nostro meridiano a mezzanotte quando l'astro del giorno reca il mezzodì al meridiano opposto. Questa fase chiamasi il *plenilunio*.

Appresso si ripetono le stesse fasi, ma inversamente. La convessità luminosa dell'astro non è più volta a ponente, ma a levante (*). La luna si leva ogni sera tre quarti d'ora più tardi della sera antecedente. Invece di crescere, ossia di presentarci una porzione sempre maggiore del suo emisfero illuminato, va ognora calando. Così dopo altri 7 giorni circa riappare ancora sotto forma di semi-circolo, e passa pel meridiano, non più alle sei della sera, ma alle sei del mattino. A questa fase si dà il nome di *ultimo quarto*.

Infine per lo spazio di circa un'altra settimana le forme falcate ci ricompaiono ad oriente, innanzi al levar del Sole, di più in più sottili, di più in più tardive, finchè la Luna ci si cela del tutto, ricominciando col novilunio il medesimo corso.

L'intero periodo di queste fasi, ossia l'intervallo di tempo da un novilunio all'altro, chiamasi *lunazione* o *mese lunare*.

Il novilunio e il plenilunio chiamansi in genere *sizigie*; il primo e l'ultimo quarto, *quadrature*; le fasi intermedie tra le sizigie e le quadrature, *gli ottanti*.

La Luna, a compire l'intero giro dell'orbita, tornando al punto della sua partenza, ossia ad una stessa posizione rispetto alle stelle, mette ora (dico ora perchè il moto della Luna va accelerando di secolo in secolo) giorni 27, 321 661, ossia 27 giorni e quasi otto ore. Questa dicesi *rivoluzione siderea* della Luna, la quale è contenuta più di 13 volte nella durata dell'anno.

Ma durante questo tempo, la Terra avanza di tanto sull'eclittica, che la Luna alla fine della sua rivoluzione siderea non si trova rispetto al Sole e alla Terra in quella stessa posizione che aveva al principio di detta rivoluzione. Essa ha compiuto il giro della sua orbita, ma non quello delle sue fasi, a terminare il quale le occorrono ancora due giorni e un po' più di 4 ore. Ora questa rivoluzione della Luna, che va da un novilunio all'altro e che dura giorni 29, 330 589, o circa 29 giorni e mezzo, chiamasi *rivoluzione sinodica* (**).

§ 28. *Gli eclissi.* — Quando un pianeta s'interpone tra il Sole ed un altro pianeta, avviene per il pianeta interposto l'oscuramento dell'altro, e per questo l'occultamento del Sole. Questi occultamenti del Sole e questi oscuramenti di un pianeta riguardo ad un altro, cagionati dall'interposizione dell'uno o dell'altro di essi, diconsi *eclissi* (***).

(*) Di qui il proverbio: *gobba a ponente, luna crescente; gobba a levante, luna calante.*

(**) La causa della maggior durata della rivoluzione sinodica a fronte della siderea è consimile a quella già dichiarata nel § 20.

(***) Vedi la seconda tavola nell'Atlante scolastico di Stieler e Berghaus.

Così quando la Luna s'interpone tra il Sole e la Terra, per la Terra si occulta il Sole, e per la Luna si oscura la Terra; onde se colà vi fossero abitanti, essi avrebbero un'eclisse di Terra, mentre noi abbiamo un'eclisse solare. Quando poi la Terra s'interpone tra il Sole e la Luna, per la Terra si oscura la Luna, e per la Luna si occulta il Sole; onde i supposti abitanti della Luna avrebbero un'eclisse solare, mentre noi ne abbiamo uno *lunare*.

Quindi è chiaro che riguardo a noi non può avvenire un'eclisse solare se non quando la Luna è in congiunzione, cioè nel novilunio, e non può darsi un'eclisse lunare se non quando la Luna è in opposizione, cioè nel plenilunio.

Ma ciò non basta. Affinchè un pianeta possa intercettare ad un altro la luce del Sole bisogna che i tre astri si trovino sulla medesima linea retta; il che non sarebbe possibile se la Luna non si trovasse sullo stesso piano degli altri due, cioè sul piano dell'eclittica. Ma noi abbiamo già veduto che la Luna girando intorno alla Terra non si trova sul piano dell'eclittica fuorchè in due soli momenti del suo giro, quando cioè passa pei nodi. Dunque fa duopo perchè accada un'eclisse, che, mentre la Luna è in congiunzione o in opposizione, si trovi anche in uno dei nodi.

Ma qui sorge una difficoltà. O i nodi si trovano l'uno in congiunzione e l'altro in opposizione, ossia sulla linea retta che congiunge la Terra ed il Sole, o non vi si trovano. Nel primo caso dovrebbero sempre avvenire due eclissi per ogni lunazione, uno solare e l'altro lunare; e nel secondo caso non ne potrebbe mai accadere veruno. Or l'una e l'altra cosa è contraria alla realtà del fatto. Come dunque avviene?

A sciogliere questa difficoltà basta sapere che l'orbita lunare, comechè si mantenga sempre obliqua egualmente verso l'eclittica, la va però tagliando in punti sempre diversi, tantochè i suoi nodi, retrocedendo di continuo in modo simile a quello che già accennammo parlando degli equinozi, percorrono tutta l'orbita nello spazio di tempo che la Luna mette a fare 223 rivoluzioni sinodiche, ossia nel periodo di 18 anni e 11 giorni circa. Ora quando accade che la Luna in queste sue 223 rivoluzioni, in ognuna delle quali passa due volte pel piano dell'eclittica e sempre un passo indietro a quello fatto nella rivoluzione e nella volta precedente, quando dico, accade che la Luna in uno di questi suoi passaggi differenti pel piano dell'eclittica s'abbatte ad essere in congiunzione o in opposizione, allora soltanto avviene un'eclisse, nel primo caso, solare, e, nel secondo, lunare. Da questa *retrogradazione dei nodi* dipende adunque che gli eclissi avvengono solo qualche volta nell'anno, e che non si avverano le due contingenze sopra indicate, che, cioè, o non accadano mai, o ritornino sempre ad ogni lunazione.

Prima che la scienza astronomica si servisse della perfetta cognizione che ora si possiede dei moti della Terra e della Luna per calcolare con tutta la precisione desiderabile i futuri eclissi, questi non eran predetti se non in modo approssimativo per via del cielo suddetto di 223 lunazioni; giacchè ad ogni rinnovamento di esso, rinnovandosi pure le stesse posizioni dei nodi, si ripetono presso a poco gli stessi eclissi.

L'eclisse dicesi *totale* o *parziale*, secondochè per una data porzione della superficie terrestre la totalità dell'astro, o una parte soltanto di essa, è oc-

cultata ed oscurata. Rispetto poi al Sole si dà anche un altro eclisse, l'*annulare*, che consiste nell'occultamento soltanto della parte centrale del Sole, la quale perciò è cinta da uno sfavillante anello.

Finiremo notando le seguenti cose:

1.^o Gli eclissi avvengono non solo quando la Luna è perfettamente in congiunzione o in opposizione, ossia quando ha il suo centro sulla retta stessa che congiunge i centri del Sole e della Terra, ma anche quando si approssima a tale posizione.

2.^o L'ombra che manda una sfera è di figura conica. Il cono ombroso della Terra è (a circostanze pari) 49 volte più voluminoso di quel della Luna. Quindi quest'astro può tuffarsi interamente nell'ombra terrestre, laddove la Terra non può mai essere oscurata che in piccola parte dall'ombra della Luna; e perciò, laddove la Terra produce un'eclisse totale di Sole su tutto l'emisfero lunare a noi rivolto, la Luna non può mai produrre un'eclisse totale di quell'astro su tutto l'emisfero illuminato della Terra, ma solo sopra una porzione di esso. In altri termini, l'eclisse totale di Luna è universale, cioè visibile in tutto un emisfero terrestre e, stante la durata del fenomeno, in più ancora che in una metà della Terra. L'eclisse totale di Sole al contrario non è mai universale, ma limitato ad alcuni punti soltanto della superficie terrestre, ai quali il Sole si cela del tutto, intantochè ad altri si nasconde più o meno, e ad altri si manifesta pienamente con tutto il suo splendore.

3.^o La natura differente dei due eclissi, solare e lunare, fa sì che ogni eclisse parziale di Luna sia universale ed uniforme, cioè avente la stessa grandezza e lo stesso aspetto per ogni paese dell'emisfero terrestre illuminato dalla Luna; e che al contrario ogni eclisse parziale di Sole non sia mai universale e sia sempre multiforme, cioè vario di grandezza e di aspetto pei diversi luoghi ai quali è visibile. Il che accade perchè l'eclisse parziale di Luna consiste in un reale cambiamento avvenuto nell'astro, cioè in un reale oscuramento di una porzione della sua superficie, la quale perciò non può più riflettere a nessun luogo della Terra i raggi solari, che più non riceve, laddove l'eclisse parziale di Sole non consiste in un reale cambiamento avvenuto nell'astro, che nulla perde della sua luce, ma in un suo parziale occultamento, il quale, come ognuno comprende, è sempre relativo alla diversa posizione dei riguardanti.

4.^o Gli eclissi variano, non solo secondo che i tre astri si trovano sulla stessa retta, o poco più o poco meno fuori di essa, ma anche secondo le diverse combinazioni delle loro distanze, per le quali va cangiando la lunghezza del cono ombroso del pianeta interposto. Se la Luna è in congiunzione mentre si trovano, essa nel perigeo, e la Terra nell'afelio, la sua ombra allora raggiunge la Terra, ed ha luogo un'eclisse totale di Sole per tutti i paesi che il cono ombroso durante il suo corso ravvolge nella sua oscurità. Se invece, mentre la Luna entra in congiunzione, trovasi la Terra nel perielio, e il suo satellite nell'apogeo, allora il cono ombroso di questo non raggiunge più la Terra, ed ha luogo perciò un'eclisse anulare per tutti i paesi sul cui zenit passa il vertice del cono ombroso.

5.^o Gli eclissi di Sole sono più frequenti che quelli di Luna, annoverandosi in termine medio 41 eclissi solari e 29 lunari nel periodo di 18 anni e 11 giorni. Ma siccome gli eclissi lunari sono universali, e i solari no, così

riguardo a un medesimo luogo succedono più eclissi di Luna che di Sole. Gli eclissi poi totali di Sole, il cui sublime spettacolo nessuna parola può descrivere, sono rarissimi. A Parigi, per esempio, nello scorso secolo non vi fu che un'eclisse totale, nel 1724; indi in poi non ve ne fu altro, nè ve ne sarà per tutto questo secolo. A Milano ve ne fu uno l'8 luglio 1842. A Londra passarono 375 anni senza un solo eclisse totale, cioè dal 1140 al 1515; nè ve ne fu altro dappoi.

§ 29. Le comete. — In questi astri per lo più si distinguono due parti: 1.^o la *testa*, la quale si compone del *nucleo*, che è il punto più luminoso, e della *chioma*, che circonda il nucleo; 2.^o la *coda*, immenso strascico che tien dietro alla testa.

Le comete sono ammassi di materia aeriforme che riflette la luce del Sole, e che, rarissima nella coda, va gradatamente addensandosi nella chioma e più ancora nel nucleo, dove però non giunge, almeno per l'ordinario, alla consistenza d'un corpo solido. Ma tutto è variabile nelle comete. Non solo differiscono tra di loro in mille guise, ma una stessa cometa assai di rado conserva a lungo uno stesso aspetto. Alcune mancano di coda; altre ne hanno più d'una; altre, arieggiando ai pianeti, si riducono al solo nucleo; altre, mancando di questo, si mostrano simili a nubi lucenti; ed altre infine durante il visibile lor corso prendono or l'una or l'altra di siffatte apparenze. Alcune poi hanno moto *retrogrado*, cioè procedono da oriente ad occidente ed altre l'hanno *diretto* a somiglianza dei pianeti propri, ossia procedono da occidente ad oriente. Alcune infine sono *periodiche*, ed altre o non sono tali, o per tali non vennero ancora riconosciute. Diconsi *periodiche* le comete che dopo un dato spazio di tempo costantemente ricompajono. Esse percorrono ellissi allungatissime, e perciò non sono visibili se non quando si trovano nella parte della loro orbita più vicina al Sole. Otto soltanto sono le comete di cui si conosce con certezza il corso periodico. Delle altre moltissime, già osservate e registrate nei *Cataloghi astronomici*, o non avvennero o non si vide ancora il ritorno, o non si riconobbe nei cangiati movimenti l'identità loro; e quindi ne sono ignote le orbite, perchè la parte che già apparve del loro corso non è sufficiente (in mancanza della loro riapparizione) a far comprendere se questi astri descrivano orbite rientranti, come le ellissi, od orbite aperte, come le parabole e le iperboli; nel qual secondo caso esse si perderebbero nell'immensità dello spazio e andrebbero a circolare in altri sistemi intorno ad altri Soli.

§ 30. Classazione e distanza delle stelle. Stelle periodiche, temporanee, doppie. Le nebulose. I moti delle stelle. — Tutte le stelle sono state divise secondo la maggiore o minor grandezza del loro splendore in 16 classi e grandezze, sei delle quali comprendono le visibili ad occhio nudo, e dieci le telescopiche. Non avendo questa classazione altro fondamento che la stima dell'occhio, non è maraviglia che riguardo ad alcune stelle, che potrebbero tenere egualmente bene l'ultimo posto in una classe o il primo in quella che immediatamente le succede, non sia perfetto l'accordo degli astronomi. Le stelle più splendide, come Sirio, Aldebaran, Arturo, la Spiga, Rigel, Procione, Betelgeuze, Rigel, Vega, diconsi di *prima grandezza*. Se ne contano ordinariamente dalle 15 alle 20, ma nel nostro emisfero non più di 9 o 10. Il numero di quelle che diconsi di *seconda grandezza* e di cui ci offrono esempio le sei più splendide stelle dell'Orsa maggiore

le tre del Cinto di Orione, Castore e Polluce, ecc., varia dalle 50 alle 60; quelle di *terza grandezza*, come la polare, sono intorno a 200; quelle di quarta, circa 400; quelle di quinta, oltre a mille; e quelle di sesta, quasi tremila. Così tutte le stelle visibili ad occhio nudo non superano le cinquemila. Cominciano quindi le telescopiche, e il loro numero cresce rapidissimamente coll'elevarsi della classe. Così si annoverano 13 mila stelle di settima grandezza, 40 mila di ottava, 140 mila di nona, e via via fino al sedicesimo ordine, ove si raccolgono a milioni e milioni tutte le stelle più deboli, il numero delle quali non può calcolarsi in alcun modo, giacchè ogni nuovo aumento nella potenza telescopica ce ne rivela una novella miriade.

Ma non meno del loro numero sono mirabili le loro distanze. Per gran tempo non si poté calcolare la loro lontananza fuorchè negativamente; si sapeva cioè che le più vicine non potevano essere meno distanti di un dato numero di miglia. Dal 1838 in poi si è potuto calcolare la distanza di alcune stelle, ma con più certezza quella dell'*alfa* del Centauro, della 61.^a del Cigno, e della stella Vega o *alfa* della Lira. La prima, che tra tutte le stelle si crede essere la più vicina, è distante più di 31 trilion e mezzo di chilometri (31 557 600 000 000), la seconda quasi 91 trilion, e la terza più di 132 trilion. I quali numeri sono così sterminati che a contare, per esempio, l'ultimo di essi, pronunciando 200 unità per ogni minuto, ci vorrebbe niente di meno che lo spazio di più di un milione e trecento mila anni! La luce, che, come abbiamo già detto percorre 298 000 chilometri al secondo, e che spende 8 minuti e mezzo a venire dal Sole alla Terra, giungerebbe a noi dall'*alfa* del Centauro dopo 3 anni e un terzo circa, dalla 61.^a del Cigno dopo 9 anni, e dalla stella Vega dopo 14 anni. Un mutamento pertanto che ci apparisse adesso in quest'ultima stella sarebbe già avvenuto fin dal 1861! È il passato che diventa presente! Eppur ciò è ancora un nulla rispetto alla distanza d'innunerevoli altre. La luce di quelle che sono visibili soltanto per mezzo del gran telescopio di Herschel spende, al dire di quest'astronomo, due milioni d'anni per giungere fino alla Terra. L'immaginazione si confonde e si perde pensando che, malgrado tali distanze, il numero delle stelle è senza fine; che la loro grandezza o si avvicina a quella del nostro Sole o la supera di molto, essendosi calcolato che la superficie dell'*alfa* del Centauro è più che doppia, e quella di Sirio è 164 volte maggiore della superficie del nostro gran luminaire; che ciascuna stella è assai probabilmente il centro di un sistema planetario; e che tra tutti questi milioni e centinaia di milioni di stelle e di sistemi planetari passano intervalli non minori di quelli che trovansi fra il nostro Sole e le stelle a noi più vicine (*).

Diconsi *periodiche* le stelle il cui splendore varia periodicamente. Citeremo ad esempio la stella Algol appartenente alla costellazione di Perseo (**), il cui splendore in 3 ore e mezzo dalla seconda grandezza discende alla quarta,

(*) Il gran telescopio di Herschel, di cui qui sopra si parla, ha una lunghezza di 42 metri ed un'apertura di quasi 2 metri. Molto più potente è l'immenso telescopio di lord Rosse.

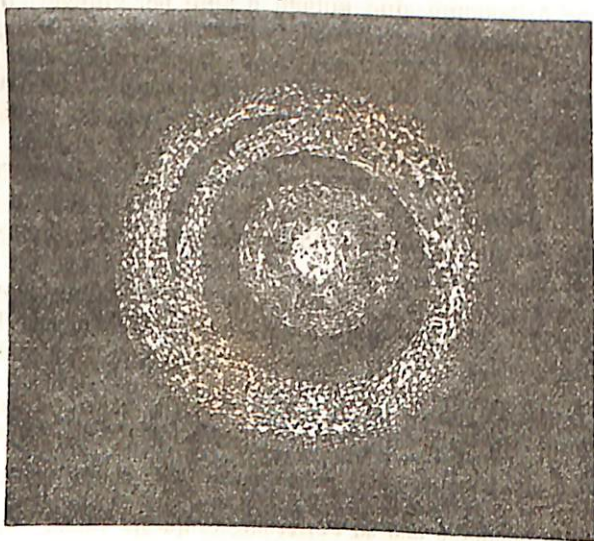
(**) Quasi a mezza via tra la stella polare ed Orione avvi la Costellazione del Coccchiere, a cui appartiene la fulgida Capra, una di quelle che passano per lo zenit di Milano e che non tramontano mai su l'orizzonte di questa città. Presso alla Capra, ad oriente, havvi la costellazione di Perseo, ove trovasi Algol. Tra Algol ed Aldebaran veggonsi i due gruppetti di stelle conosciuti coi classici nomi di Pleiadi e Iadi.

poi in altrettanto tempo risale alla seconda, vi si mantiene per 2 giorni e 14 ore, e poi torna da capo a scemare, a ricrescere, e a fermarsi con perpetua vicenda. La stella Mira, situata nella costellazione della Balena, in un periodo di 334 giorni apparisce per alcun tempo come una stella di seconda o terza grandezza, poi scema lentamente di luce fino a diventare del tutto invisibile, poi dopo più mesi ricompare, e lentamente riacquista il suo massimo splendore. Molte altre subiscono in periodi di diversa durata cambiamenti consimili. Se ne ignorano le cause.

Un altro fenomeno non meno misterioso è quello delle stelle temporanee, che si mostrano all'improvviso, brillano per alcun tempo, e poi spariscono senza più farsi vedere. Nel 28 aprile del 1848 fu veduta da Flind a Londra e poi da tutti gli Osservatori nella costellazione del Serpentario una nuova stella di 5.^a grandezza, la quale scomparve affatto nel 1850. Nell'11 novembre del 1572 fu osservata da Tico Brahè nella costellazione di Cassiopea una stella, il cui splendore andò sempre crescendo fino a superare quello di Giove in opposizione e a riuscire visibile in pieno giorno; ma indi a un mese, nel dicembre del 1572, la sua luce cominciò a scemare e continuò poi sempre ad affievolirsi, finchè nel marzo del 1574 cessò totalmente. Nel 1670 si mostrò nella testa del Cigno una stella di 3.^a grandezza, che nello spazio di due anni apparve e disparve due volte.

Dicesi stella doppia, o tripla, o quadrupla una stella che, osservata ad occhio nudo o con un debole cannocchiale, si mostra semplice, e mirata con più forti istrumenti si divide in due, in tre, o in quattro stelle. Il numero delle stelle doppie è tanto grande che in media si può dire che ve ne ha una per ogni 40 stelle semplici. La cosa più mirabile si è che i due astri componenti una stella doppia si volgono l'uno intorno all'altro, ubbidendo alle stesse leggi di attrazione a cui ubbidiscono i pianeti del sistema solare. Il numero delle stelle triple è assai minore.

Fig. 12.



Chiamansi *nebulose* alcune macchie biancastre, di forme diversissime,

sparse in ogni parte del cielo e somiglianti alle più lievi nubi della nostra atmosfera. La prima ad essere scoperta fu la nebulosa che trovai nella costellazione di Andromeda, osservata nel 1612. Un secolo dopo, nel 1716, non si conoscevano che sei nebulose. Indi il solo Herschel ne scoprì 2500. Presentemente si conosce la posizione di oltre 3600 nebulose. Dividonsi esse in *risolvibili* e *non resolvibili*. Diconsi *risolvibili* quelle che, osservate con potenti telescopi, si risolvono in un fitto affollamento di stelle; *non resolvibili* quelle altre che i più forti istrumenti non valgono a mostrarci che come lucidi ammassi di materia vaporosa. Ma molte di quelle nebulose, che anni addietro si consideravano come non resolvibili, furono appresso con maggiori ingrandimenti risolte in stelle al pari delle altre; onde questa distinzione non tarderà forse ad andare in disuso e ad essere sostituita dall'altra di *nebulose risolte* e *non risolte*, che esprime un diverso fatto e non una diversa natura di cose.

Fra le nebulose ve ne ha una nella costellazione dei Cani levrieri presso all'Orsa maggiore che ha la forma di un disco circondato da un anello, come la fig. 12.

Supponiamo che il nostro Sole fosse una delle stelle componenti questa nebulosa e che si trovasse con tutto il corteo de' suoi pianeti nell'interno del disco. In tal caso molte stelle di questa nebulosa, malgrado le portentose lontananze in cui abbiamo veduto che sono anche le più vicine, ci apparirebbero senza ajuto di alcun istrumento quali più e quali meno splendenti, molte altre non si mostrerebbero che per forza di cannocchiali, moltissime altre infine per la loro distanza smisuratamente maggiore non sarebbero da noi vedute che come costituenti una nebulosa, la quale ci sembrerebbe simile ad una fascia stesa sul cielo tutt'intorno a noi. La larghezza di una tal fascia rappresenterebbe appunto lo spessore del disco e dell'anello. Mentre questa nebulosa, nell'interno della quale noi ci troveremmo, ci parrebbe senza confronto maggiore d'ogni altra (giacchè la vedremmo occupare una zona di tutta quanta la volta celeste), le altre nebulose, invisibili ad occhio nudo, ci si farebbero vedere per via di cannocchiali come piccolissime macchie occupanti questo o quel punto del cielo.

Or quantunque il nostro Sole non si trovi nella suddetta nebulosa, sta però nel mezzo di un'altra che ha pur essa la forma di un disco, e che a noi situati nel suo interno apparisce a guisa di una fascia circondante la volta del cielo e biforcata anch'essa per circa un terzo della sua lunghezza, come vediamo essere la nebulosa qui sopra disegnata. Questa bianca fascia, che il moto diurno della sfera fa tutta passare sotto i nostri occhi, e che il telescopio risolve in una moltitudine di stelle senza fine, è da tutti conosciuta col nome di *Via lattea*; la quale pertanto altro non è se non la nostra nebulosa, ossia la parte più lontana del sistema di stelle di cui fa parte il nostro Sole. A chi abita i mondi dell'altra nebulosa ritratta qui sopra apparisce forse la nostra siccome quella a noi.

Abbiamo già detto che il Sole con tutti i suoi pianeti si muove verso la stella (α) di Ercole. Malgrado che esso non faccia meno di 250 milioni di chilometri all'anno, pure non potrebbe arrivare al posto di quella stella che dopo 400,000 anni. Ma non è il Sole puramente che sia dotato di questo moto di traslazione; giacchè è stato anche notato in varie stelle (Sirio, Aldebaran, Arturo, la 61.^{ma} del Cigno ed altre) un continuato spostamento.

Le osservazioni finora non ci dicono nulla di più. Ma l'analogia ci fa congetturare che come ogni stella è forse centro di un sistema planetario, così alcuni astri maggiori siano centri di sistemi stellari, e che un'armonia di moti, infinita di elementi, di combinazioni, e di bellezza, animi l'universo.

CAPITOLO TERZO.

Delle proiezioni geografiche.

§ 31. Scopo delle proiezioni geografiche. — La Terra può essere rappresentata in piccolo per mezzo di globi, e per via di disegni in carte piane. La rappresentazione fatta per mezzo di un globo può riuscire esatta, ma non così quella fatta sul piano di una carta.

Se si potesse rappresentare sopra un piano la rete che formano sopra un globo i meridiani e i paralleli senza alterare la figura e l'estensione dei vari spazi o scompartimenti da loro interchiusi, la rappresentazione della superficie sferica sopra una superficie piana non avrebbe alcun'altra difficoltà. Infatti, eseguita una tal rete, non si avrebbe più a far altro che disegnare sulla carta dentro a ciascun quadretto o scompartimento, compreso tra due meridiani e due paralleli, la parte di paese che trovasi disegnata sul globo artificiale dentro allo scompartimento corrispondente.

Ma la superficie sferica, diversamente da quella del cilindro e del cono, non può essere sviluppata sopra un piano; e perciò non può in esso venire rappresentata senza una qualche alterazione della figura o dell'estensione delle sue parti. Se si apre, per esempio, da un lato e si distende sur un piano la superficie di un cono tronco, essa si trasforma in una porzione di corona circolare, e le figure che vi erano sopra disegnate non soffrono alcun cambiamento di grandezza e di forma, siccome ognuno può vedere aprendo un paralume lungo la linea dell'incollatura e distendendolo sopra un tavolino. Ma non così può farsi della superficie sferica, la quale in nessuna maniera può esser distesa sopra un piano; giacchè, dopo averla anche divisa in due metà, ciascuna di queste non può affatto divenir piana senza spezzarsi in minute particelle, ossia senza perdere la sua interezza e la sua continuità. Gli sforzi della scienza non possono dunque esser diretti ad altro che a diminuire quanto è possibile siffatte alterazioni; le quali, come ognuno comprende di per sé, sono massime nel mappamondo, e sono tanto più piccole e trascurabili nelle carte particolari quanto più piccolo è il paese che da esse è rappresentato. Gli artifici a tale oggetto inventati diconsi *proiezioni*.

Le proiezioni sono di varie sorta. Per mezzo di una, a cagione d'esempio, si ritrae fedelmente la figura delle varie parti della superficie sferica, ma non si mantiene la proporzione delle loro aree; per mezzo di un'altra invece si ottengono ambedue queste cose, ma non si possono serbare gli stessi rapporti nelle distanze che passano fra i diversi punti della superficie rappresentata; con una insomma si hanno i vantaggi che si perdono con un'altra. La scelta quindi dell'una o dell'altra proiezione dipende dal fine che si ha nel costruire una carta geografica. Così all'amministrazione civile importa valutare con esattezza le aree; ai militari il conoscere le distanze; ai marinai, il poter prendere facilmente le direzioni, e via dicendo. Non è questo il luogo in cui si possa dare una cognizione tale dei diversi

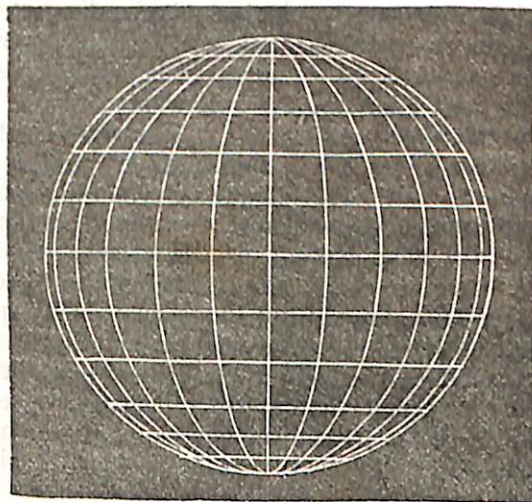
sistemi di proiezione, che possa servire nella pratica. Contentiamoci pertanto di sapere in digrosso in che consistano i principali di essi e quali sieno i loro pregi e difetti. Ma prima facciamo due parole sulle diverse specie di carte geografiche.

Una carta geografica rappresentante la Terra intera dicesi *mappamondo* o *planisfero*; quella che ritrae una delle cinque parti del mondo chiamasi *generale*; e quella su cui è disegnata una qualche regione od una sua parte dicesi *particolare*. Le carte particolari poi prendon nome di *geografiche* se ritraggono in scala relativamente piccola una grande estensione di paese, di *topografiche* se rappresentano un territorio con tutti gli accidenti e con tutte le particolarità del suolo (come sarebbero edifici, campi, fossi, cliv, ciglioni, rivi, gore, ecc.), e in fine di *speciali* se servono a una specie soltanto di cognizioni geografiche, come sono le carte *militari*, *orografiche*, *idrografiche*, *marine*, *geologiche*, ecc.

§ 32. I principali sistemi di proiezione usati nei planisferi. — Per la costruzione del mappamondo si annoverano quattro proiezioni principali: l'ortografica, la stereografica, l'omolografica, e quella di Mercatore.

Nella proiezione ortografica, inventata da Apollonio che fiorì nel secondo secolo prima di G. C., si suppone che da ciascun punto dell'emisfero venga abbassata sul piano della carta una perpendicolare, la quale perciò vi rappresenta col suo piede il punto dell'emisfero da cui discende. Per piano di proiezione si sceglie di solito quello di un meridiano; ed allora tutti i meridiani sono rappresentati da altrettante ellissi, e i paralleli da rette per-

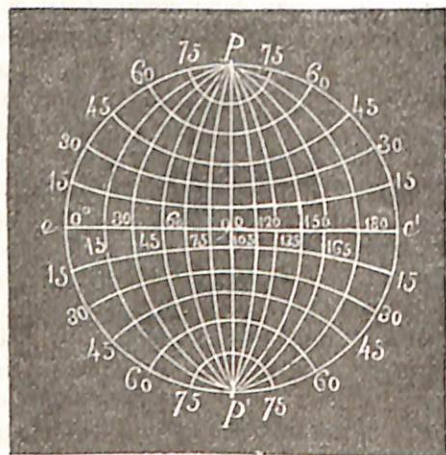
Fig. 13.



pendicolari all'asse terrestre (fig. 13). Se per piano di proiezione si prendesse quello dell'equatore, il polo terrestre andrebbe a cadere nel centro della figura; i meridiani sarebbero rappresentati da rette che irraggierebbero dal polo come da comun centro, e i paralleli da cerchi concentrici aventi per centro comune il polo medesimo. Secondo un tal sistema di proiezione, le regioni centrali sono rappresentate colle debite proporzioni, ma le altre

sono tanto più scorciate quanto più si allontanano dal centro. Mostrandosi a noi in questo modo il Sole, la Luna, e i pianeti, questa proiezione perciò è più usata nelle carte celesti.

Fig. 14.



La proiezione stereografica, proposta da Ipparco, è una vera prospettiva dell'emisfero che si vuol rappresentare: giacchè in essa si suppone che il quadro o piano di proiezione sia il circolo massimo che è base di quell'emisfero; che l'occhio dell'osservatore o, come dicesi, il *punto di vista* sia nel centro dell'emisfero opposto; e che i raggi visuali, partendo dall'occhio per andare ai vari punti della superficie emisferica, attraversino il piano di proiezione e vi lascino, per così dire, una traccia del loro passaggio (fig. 14).

Secondo questo sistema i circoli, o i loro archi delineati sulla sfera sono rappresentati da circoli o da archi sulla carta, tranne quelli che passano per l'asse ottico, ossia che tengono il mezzo nella figura, i quali sono rappresentati da linee rette. I vantaggi di questa proiezione sono: 1.^o che gli angoli non vengono alterati, e che perciò qualunque porzione dell'emisfero che sia tanto piccola da poter essere considerata come piana o quasi piana è rappresentata sulla carta da una figura simile; 2.^o che la costruzione della rete riesce assai facile, non avendo qui luogo come nella proiezione ortografica le ellissi, ma soltanto circoli o archi di circoli. Non manca però anch'essa di un grave difetto; ed è, che le diverse parti dell'emisfero non sono ridotte sulla carta secondo uno stesso rapporto, ma secondo rapporti diversi, giacchè, mentre verso il contorno non hanno riduzione alcuna, verso il mezzo invece sono ridotte alla metà. Questo sistema è il più seguito nella costruzione dei planisferi.

La proiezione omolografica, lodata da Arago e da lui adottata nel planisfero inserito nella sua *Astronomia popolare*, è invenzione del signor Babinet. « La mia proiezione, dice questo scienziato nella sua *Nuova Geografia* accompagnante il suo Atlante, è la sola che conservi ai vari paesi la loro proporzionata estensione. Riunendo i vantaggi dei diversi sistemi, ha essa sola quello di rappresentare esattamente con porzioni eguali della carta porzioni eguali del globo. » In questo sistema i circoli paralleli sono

rappresentati da linee rette e i meridiani da ellissi aventi per asse comune la linea dei poli.

Infine nella proiezione di Mercatore (che è piuttosto un sistema di sviluppo cilindrico anzichè una vera proiezione) i meridiani non meno che i circoli paralleli sono rappresentati da linee rette parallele; onde le regioni tanto più vengono ingrandite quanto più si avvicinano ai poli. Questo sistema è usato per la costruzione delle carte marine, nelle quali occorre che sia rappresentata, non tanto la giusta estensione dei paesi, quanto la direzione da tenersi per andare da un paese ad un altro. Ognuno sa che la linea più breve fra due punti della superficie di una sfera è l'arco di circolo massimo che è compreso tra quei due punti. Ma un tale arco, il più delle volte, tagliando obliquamente i meridiani, fa con essi altrettanti angoli diversi. Or siccome l'osservazione della bussola e perciò dei meridiani è quella che regola la navigazione, così se i marinai per recarsi da un luogo ad un altro volessero fare il cammino più corto, ossia volessero seguire la suddetta linea di circolo massimo, incontrerebbero sempre i meridiani sotto angoli diversi e dovrebbero ad ogni tratto cangiar direzione alla nave. Quindi è che essi adottarono il metodo suggerito dal matematico portoghese Pietro Nonio: di seguire nel loro cammino non già la via diretta, ma una certa curva chiamata *lossodromia*, la quale taglia tutti i meridiani sotto un medesimo angolo. Mercatore poi verso il 1550 inventò la proiezione che porta il suo nome, ed in cui le linee lossodromiche sono rappresentate da linee rette. (Vedi il mappamondo di Mercatore nell'*Atlantico scolastico di Stieler*).

§ 33. La rappresentazione di una regione. La scala. Lo sviluppo conico modificato. — Dopo avere indicati i principali sistemi di proiezione che più si usano nella costruzione dei planisferi, dobbiamo dire alcuna cosa sul modo di rappresentare sopra un piano il più fedelmente che è possibile una sola porzione della superficie terrestre. A tal fine il più adottato è lo sviluppo conico, di cui Tolomeo pel primo espose la teoria, e di cui più tardi furono inventati vari sistemi, fra i quali primeggiano quello di *Delisle de la Croyère* per le grandi regioni, quello di *Flamsteed*, e la correzione di questo secondo sistema conosciuta col nome di *sviluppo conico di Flamsteed modificato*. Ma, prima di dare un'idea di quest'ultimo, diciamo che cosa intendesi per *scala di riduzione*.

Le debite porporzioni tra le linee della carta e le corrispondenti del paese rappresentato si mantengono per mezzo della *scala*. Chiamasi con questo nome il rapporto lineare fra la dimensione reale di un paese e la dimensione della sua rappresentazione. Vogliasi, per esempio, ridurre la carta dell'Italia alla scala di $\frac{4}{40\,000\,000}$, ossia fare che ogni linea presa sulla carta sia 10 000 000 di volte più piccola d'ogni corrispondente linea presa sul paese. In tal caso un miriametro sarà rappresentato da un millimetro, e la scala sarà quindi una linea divisa in parti lunghe un millimetro. La carta d'Italia potrà allora considerarsi come ricavata da un globo terrestre artificiale, avente un raggio di millimetri 637 (più precisamente 636, 6739) ed una circonferenza di millimetri 4000 (4000, 3367), giacchè tanti sono i miriametri contenuti nel raggio medio e nella media circonferenza della Terra.

Abbiamo già accennato di sopra come il cono sia una delle figure, la

cui superficie può essere sviluppata sopra un piano, ed abbiamo anche indicato in qual modo avvenga un tale sviluppo, ossia in qual figura piana si trasformi allora la superficie conica. Imaginiamo un cono circoscritto ad un globo in modo che l'asse di questo, prolungato quanto bisogna, passi pel vertice di quello. In tal caso ognuno comprende: 1.^o che vi sarà tutt'all'intorno un contatto tra le due superficie conica e sferica; — 2.^o che quantunque, matematicamente parlando, questo contatto non avvenga se non lungo una linea, cioè lungo la circonferenza di un parallelo, nondimeno per alcuni gradi al nord e al sud di questo parallelo la prossimità delle due superficie sarà tanta, che riguardo ai sensi, quel contatto si potrà considerare come se avvenisse non soltanto lungo una linea, ma lungo una zona; — 3.^o che questa zona, ove le due superficie sensibilmente si confondono, potrà essere sviluppata sopra un piano come se appartenesse ad un cono; — 4.^o che lo sviluppo sarà matematicamente esatto nel parallelo medio, che è la linea di perfetto contatto, sensibilmente esatto per alcuni pochi gradi al nord e al sud del parallelo medio, e tanto meno esatto nel rimanente quanto più la zona si allungherà sopra e sotto di quel parallelo; — 5.^o che quanto qui dicesi di una zona deve pur dirsi della rappresentazione di qualsivoglia regione che ne faccia parte.

CAPO SECONDO

GEOGRAFIA FISICA GENERALE

CAPITOLO PRIMO.

La crosta terrestre.

§ 34. Lo strato di temperatura invariabile. Il fuoco centrale. Formazione della crosta terrestre. I fossili. — Le differenze di temperatura che intercedono tra i massimi freddi dell'inverno e i massimi calori dell'estate non si sentono così grandi sotto terra come sopra alla sua superficie. Più si penetra nel suolo di un paese e più si trova che quelle differenze sono minori, finchè s'incontra uno strato ove esse cessano affatto e dove la temperatura si mantiene in ogni tempo quasi eguale a quella che nell'aria di quel paese tiene il mezzo tra tutte le diverse temperature dell'anno. Questo strato sotterraneo chiamasi *lo strato di temperatura invariabile*. Nella zona torrida, dove le annue differenze di temperatura sono assai piccole, un tale strato si trova alla profondità di 35 o 40 centimetri. Nelle zone temperate esso si affonda dai 25 ai 30 metri.

Da tutte le esperienze fatte in moltissimi luoghi a profondità diverse (le maggiori delle quali si avvolgono intorno agli 800 metri) risulta che sotto lo strato di temperatura invariabile il calore, invece di diminuire, va crescendo in media di un grado del termometro centigrado per ogni 30 metri circa di profondità. Oltre dunque il calore proveniente dal Sole e dal firmamento, la Terra ha un calore suo proprio la cui fonte trovasi nel suo interno.

Se la temperatura continuasse sempre a crescere in ragione di un grado ogni 30 metri, ossia di 33 gradi per ogni chilometro, è chiaro che, partendo da uno strato di temperatura invariabile di 10°, si dovrebbe trovare a 2700 metri di profondità un calore di 100°, che è quello dell'acqua bollente; a 46 chilometri un calore di più che 1500°, bastante a fondere il ferro; e a 63 chilometri, che è la centesima parte del raggio terrestre, un calore di oltre 2120°, che non permette forse a nessuna sostanza, o almeno alla massima parte dei corpi, di mantenersi in istato solido.

Ma nulla ci assicura che un tale aumento di temperatura non arresti assai prima i suoi progressi. Ad ogni modo sulla credenza, che questi continuino colla indicata proporzione sino a grande profondità, si fonda principalmente l'opinione che a 70 od 80 chilometri sotto terra cominci un oceano di fuoco formato dall'igneo fusione dei diversi materiali che compongono il globo. Siffatta ipotesi è fiancheggiata da molti altri fatti che trovano in essa una soddisfacente spiegazione e che perciò la rendono assai probabile. Fra tali fatti (oltre il suddetto della crescente temperatura col crescere della profondità) citeremo i vulcani (*), le grandi forze interne che fanno sorgere

(*) Ora però, in quanto all'origine dei vulcani, è invalsa l'ipotesi che questi sieno prodotti dal vapore acqueo. Finchè le acque penetrate sotto terra si trovano in luogo, dove la temperatura non giunge ancora ad altissimo grado, la pressione esercitata