

mezzo di cui venne in possesso la scienza per l'analisi chimica che, con pittoresca immagine, si può chiamare la parola della luce. Esso è il più delicato fra gli strumenti ed insieme il più potente che si abbia; tanto che la milionesima parte di un grammo di sodio è bastevole perchè si vegga immantinente nello spettroscopio la riga gialla caratteristica dello spettro di questo metallo. In pari quantità altri metalli fanno apparire nell'istrumento ciascuno il proprio caratteristico colore, uno cioè, dei sette dell'iride: rosso, arancio, giallo, verde, azzurro, indaco, violetto.

Stockes e il P. Secchi hanno con esso rinvenuto nel Sole quei medesimi elementi che compongono quaggiù tutti i corpi sublunari. L'inglese Lokyer (1890) constatò l'istessa analogia negli spettri luminosi dei pianeti del nostro sistema, delle stelle di altri sistemi ed anche in tutte le nebulose da lui studiate.

L'idrogeno, pertanto, si rivela diffuso dovunque, e, dopo di esso, l'azoto, ed in parte anche il ferro.

Questi risultati novissimi ed ardimentosi della scienza, sebbene ancora scarsi, sono tuttavia bastevoli per addimostrare solennemente ciò che sia la Terra di fronte all'Universo; quale parte essa rappresenti; quale sia stata la sua origine e quale potrà essere probabilmente la sua fine; e molto più per addimostrare che le leggi della natura sono le stesse e sulla piccola Terra e nei grandiosi sistemi che vivono nei più remoti nascondigli dell'Universo, e che perciò uno ne è il sapientissimo Autore. Ciò viene ogni giorno meglio confermato dalle recenti scoperte.

CAPITOLO X.

Costituzione dell'universo.

1. Teoria di Laplace. — 2. Estensione della nebulosa primitiva. — 3. Sua scissione - Formazione del sistema solare. — 4. Descrizione dei varî pianeti. — 5. Forze di gravitazione e centrifuga che tengono sospesi nello spazio gli astri e li fanno muovere a determinate distanze.

1. Molte ed ardite ipotesi furono escogitate per dar ragione della prima costituzione dell'Universo; una sola però sopravvisse finora a tutte le altre. Alcuni la attribuiscono a Leibnitz, altri a Kant, ma realmente reclama alla sua origine un'assai maggiore antichità, poichè Leucippo, Epicuro, Lucrezio, Aristotele e Platone, con qualche variante, già la spiegavano nelle loro scuole come unica ragione di formazione dell'Universo. Comunque sia, la vediamo per la prima volta chiaramente esposta da S. Gregorio Niseno ed in seguito adottata da Guglielmo Herschell e quindi da Laplace, che la svolse con grande apparato di scienza, riferendola al solo nostro sistema planetario. Essa fu quindi a lui attribuita e fu abbracciata da Ampère, da Arago ed ormai ha ottenuto il suffragio di tutti i dotti.

Era *in principio*, cioè in quel tempo, lontano, immensurabile dalla mente umana e che si racchiude in questa semplice espressione biblica, quel non so che sparso per gli abissi dei cieli, quel fluido universale, l'*aurora celestis* di Kepler, gli *atomi nel vuoto* di Leucippo, la *materia sottilissima* d'Anassimene e d'Anassimandro, l'*akasa*

degli Indi, il *protoplasma*, *l'abisso*, *le tenebre* delle cosmogonie pagana, giapponese e cinese, *l'abisso*, *le tenebre* il mondo inane e vacuo della cosmogonia o genesi di Mosè.

Il soffio infusovi dall'Eterno diede moto, in varie parti, a quella materia, la quale si divise e si raccolse intorno ad un grandissimo numero di centri preponderanti; quindi si segregò per tal modo in altrettante agglomerazioni quanti sono i sistemi planetari.

Questo moto è stato generato per mezzo di un disequilibrio di temperatura, come avrebbe pensato il sapiente di Anover, G. Herschell? Oppure è stata la risultante di tutti i moti molecolari che hanno cominciato ad agire dall'origine istessa della condensazione e da una attrazione centrale? Si può spiegare tanto per un senso come per l'altro, e, se si osserva bene, una ipotesi non esclude l'altra. — Gli atomi adunque, nel correre verso il centro per quella qualsiasi causa imposta dalla volontà del Creatore, si unirono, ed aggruppatisi fra loro, formarono le molecole. Di queste molecole, alcune si unirono semplicemente ed altre si compenetrarono, e, come dicesi nel linguaggio scientifico, si combinarono: dall'unione pel moto svilupparonsi le forze meccaniche e dalla combinazione le forze chimiche.

La propensione delle molecole ad unirsi fra loro dicesi attrazione molecolare, e la inclinazione delle molecole ad avvicinarsi al centro dicesi gravitazione, e probabilmente non sono che due effetti della medesima forza.

Tutti gli aggruppamenti, o grandi masse di molecole, erano non solo dotate delle due forze

indicate, ma ancora erano mosse da occidente ad oriente intorno ad un asse che passava pel centro di gravitazione.

Vogliono alcuni che questo movimento rotatorio fosse prodotto dalla forza di gravitazione, per quindi dedurre che, essendo a parer loro necessaria la gravitazione alla materia, siasi formato il mondo senza l'intervento della divinità. Ma ciò ripugna, perchè oltre alla forza di gravitazione, si esigeva necessariamente una forza impulsiva, affinchè avesse luogo la rotazione della massa.

Vogliono altri, come il Moris, che fosse prodotto dal disequilibrio che ne risultò negli atomi, per l'irradiazione, che rappresenta una perdita di moto termico; ma anche qui richiedesi una causa per dar principio all'irradiazione.

2. La nebulosa primitiva, costituente il nostro sistema si estendeva al di là dell'orbita di Nettuno (ed anche più in là, perchè, secondo alcuni, esiste almeno un pianeta transnettuniano)¹ della larghezza di circa 500 milioni di chilometri, e camminava nello spazio precisamente come cammina adesso il Sole con tutto il suo sistema, girando sopra se stessa nel senso medesimo in cui

¹ Fra questi abbiamo Flammarion, Lau e ultimamente il Gorbis. Il Lau di Copenaghen, fondandosi su le perturbazioni di Urano, deduce che vi dovrebbero essere almeno due pianeti ultranettuniani, che riempirebbero almeno in parte colle loro orbite lo spazio settemila volte maggiore di quello fra Nettuno ed il Sole, per giungere alla più vicina stella. Il secondo di questi pianeti dovrebbe trovarsi presso Leone ed offrire l'aspetto di 10^a grandezza. — Il Forbes ne ammette uno solo lontano 100 volte dal Sole più della Terra e si fonda sulle perturbazioni delle comete.

girano al presente tutti gli elementi di questo, da occidente ad oriente.

Il moto aveva sviluppato in quella agglomerazione di nebbia un calore immenso, e per noi al tutto incomprensibile. Esposta come era agli spazi freddissimi del cielo, essa andò a poco a poco raffreddandosi, e, per questa e per altre ragioni, poco per volta si restringeva e si concentrava sempre più intorno al suo asse di rotazione.

3. Che cosa accadde allora? Accadde che le parti della nebulosa più discoste dal centro, quelle cioè che si trovavano nella regione equatoriale e più rigonfia del globo anzidetto, roteando più veloci, perchè, come il cerchio esterno d'una ruota, cammina più di quello interno e vicino all'asse, essendo che la velocità aumenta per la distanza del centro, si staccarono dalla rimanente massa che continuava a concentrarsi, nella stessa guisa che la pietra della fionda si stacca dal filo che la sostiene, se la sua velocità aumenta di troppo. Si formò per tal modo intorno al grande globo gassoso un primo anello separato da tutta la sua parte rimanente, ed aggirantesi intorno alla massa centrale sempre nello stesso senso di prima.

Continuando il concentramento della nebulosa si staccò successivamente un secondo e poi un terzo, un quarto anello, quanti sono i pianeti che direttamente girano intorno al Sole. Col progredire dei tempi ciascuno dei descritti anelli si ruppe, e le diverse sue parti si riunirono insieme, si condensarono, formando un globo di diversa grandezza. Questi globi di materia ancor nebulosa, ma più densa della primitiva, continuarono in seguito a concentrarsi ancor di più; ed alcuni ad imita-

zione della nebulosa madre, lasciarono per strada uno o più anelli, i quali alla lor volta si convertirono, per moto rotatorio, in globi più piccoli, giranti intorno al nucleo centrale da cui si erano staccati, e sono i satelliti.

Tutte queste masse gassose, arrotondate, grandi e piccole, raffreddandosi passarono dallo stato aeriforme a quello liquido, e da questo allo stato solido, ritenendo sempre i movimenti e tutte le altre proprietà della nebulosa madre.

Una traccia dei descritti anelli, condensata però, vedesi tuttora intorno a Saturno, nella fascia ad anello che lo circonda nel piano dell'equatore. Questa probabilmente non è che uno dei dieci anelli che si staccarono dalla porzione di nebulosa che produsse Saturno; i nove rimanenti come tutti gli altri consimili si trasformarono in globi e sono i nove satelliti, dei quali l'ultimo venne scoperto recentemente, cioè nel 1901.

Ecco l'origine e la formazione di tutti i pianeti e di tutti i satelliti del nostro sistema solare.

4. Il primo anello si staccò nella regione dove trovasi Nettuno, alla distanza cioè dal Sole, che è il nucleo della grande nebulosa madre di tutti i pianeti, di 1110 milioni di leghe o meglio di 4 miliardi e 490 milioni di chilometri. Esso con un diametro più che quadruplo e un volume 85 volte maggiore del terrestre, procede lento e maestoso per la carriera assegnata al suo corso. Essa è un'orbita che misura in giro 27 miliardi, 548 milioni di chilometri e il pianeta movendosi per essa colla piccola velocità di 5370 metri al minuto secondo, la compie tranquillamente nel corso di 164 anni e 281 giorni nostrani. La sua

densità è di un quinto della terrestre; nulla si sa del suo moto rotatorio sul proprio asse. — Alla sua volta produsse un satellite.

Il secondo anello si staccò alla distanza di 2340 milioni di chilometri dall'attuale Sole e si formò Urano; misura in diametro 52,000 chilometri, il quadruplo cioè della Terra, la quale egli supera conseguentemente 73 volte in volume. La massa però non corrisponde alla vastità del suo volume, perchè non pesa che 15 volte più del nostro globo; donde confrontata la sua massa col volume, risulta che egli è 5 volte meno denso della Terra. Esso impiega 84 anni terrestri e tre mesi a fare il giro attorno al Sole colla velocità di 7 chilometri al minuto secondo. Alla sua volta formò 4 satelliti. — Nulla pure si sa del moto rotatorio di questo pianeta.

Il terzo anello si staccò dall'attuale Sole alla distanza di 355 milioni di leghe e formò Saturno, la così detta meraviglia del sistema solare. La superficie di questo mondo agguaglia quella di ottanta Terre prese insieme. Il suo volume stimato 864 volte quello del nostro globo, qualora non si tenga conto dello schiacciamento polare che sottrae ai due poli 6900 chilometri di spessore, non supera in realtà quello del nostro globo che di 675 volte. Il suo diametro equatoriale è di 120 mila chilometri. Con una velocità di 380 mila chilometri gira su se stesso in 10 ore e 16 minuti; la sua rivoluzione siderea intorno al Sole si compie in 29 anni, 5 mesi e 16 giorni.

Un anello concentrico al pianeta librasi intorno ad esso, situato quasi nel prolungamento del piano del suo equatore. Trovasi alla distanza, del pia-

neta, di 28,000 chilometri; ha 47,000 chilometri di larghezza, 60 di spessore e di 284 chilometri di diametro.

Il quarto anello, staccatosi alla distanza di 192 milioni di leghe formò *Giove* eguale a 1390 volte la Terra, con un diametro undici volte maggiore, vale a dire di 142,000 chilometri con una superficie equivalente a quella di 114 Terre e di un quinto della densità terrestre, venendo cioè a pesare come 310 globi eguali al nostro. Compie esso il suo moto rotatorio in 9 ore e 55 minuti ed impiega 12 dei nostri anni a girare attorno al Sole con una velocità di 13 chilometri al minuto secondo, passando in questo tempo da una distanza di 591 a 965 milioni di chilometri dalla Terra. I diametri dei 6 satelliti sono più grandi della nostra Luna; anzi il maggiore avendolo di 5570 chilometri, sarebbe quasi la metà del diametro terrestre.

Il quinto anello, staccatosi alla distanza di 225,400,000 chilometri dall'attuale Sole, formò *Marte*, che impiega 24 ore e 35 minuti a compiere il suo giro di rotazione e 687 giorni a compiere quello di evoluzione, con una velocità di 24 chilometri al secondo. Il suo diametro è poco più della metà del nostro cioè di 6850 chilometri. La periferia di 21,510 chilometri, la superficie di 27 centesimi di quella del globo terrestre; il suo volume di 16 centesimi del nostro; la densità eguale a 69 centesimi della densità media della Terra. Questo pianeta formò due satelliti.

Il sesto anello, staccatosi alla distanza di 37 milioni di leghe, ossia di 147 milioni di chilo-

metri, formò il nostro globo, della cui costituzione parleremo a lungo in apposito capitolo.

Il settimo anello staccatosi alla distanza dell'attuale Sole di 26 milioni di chilometri diede origine a Venere, che impiega 224 giorni, 16 ore, 40 minuti, 8 secondi a compire tanto il suo moto di rotazione come quello di rivoluzione. Il suo diametro misura 12.000 chilometri poco meno di quello della Terra, e la sua circonferenza è di 9500 leghe. La sua superficie supera i 90 centesimi quella del nostro globo, pesa un po' meno e la sua densità è quasi eguale.

L'ottavo anello, staccatosi alla distanza di 15 milioni di leghe, formò *Mercurio*, il più vicino al Sole, 18 volte e mezzo più piccolo della Terra, con 4800 chilometri di diametro, con densità un po' maggiore di quella del nostro globo. Impiega 88 giorni a girare intorno al Sole facendo un viaggio di 356.000.000 chilometri con una velocità di 47 chil. al secondo e con una velocità di rotazione indeterminata.

Il nono anello avrebbe formato il pianeta *Vulcano*, il più vicino al Sole, che alcuni astronomi ammettono ed altri negano d'aver veduto, ma che in ogni modo è difficile ad osservarsi per la grande vicinanza che ha presso il Sole.

Dopo che fu generato l'ultimo fra i pianeti, *Mercurio* o *Vulcano*, la nebulosa continuò a restringersi e formò il Sole, massimo di tutti i componenti il sistema, e ben più grande di tutti quanti presi insieme ma, più giovine di tutti, ritiene tuttavia qualche sembianza della madre feconda, poichè mentre gli altri pianeti si sono più o meno condensati, esso rimane ancora in gran parte gassoso.

Il Sole è un milione 279 mila volte più grande del nostro globo, ruota su se stesso in 25 giorni dei nostri, colla velocità di 7200 chilometri all'ora e si avvanza, conducendo seco tutto il nostro sistema planetario, verso un punto della volta celeste, posto nella costellazione di Ercole, colla velocità di sette chilometri al secondo, cioè circa 660 mila chilometri al giorno! Questa velocità deve essere quella impressa da Dio nel principio dei tempi alla primitiva universale nebulosa madre di tutto il creato.

5. Ma come questi pianeti se ne stanno così sospesi negli spazî, a rispettive distanze dal Sole senza essere da quello attratti, cioè senza cadervi sopra?

Sappiamo che tutti i pianeti sono attratti verso il loro centro; ma poichè la materia attrae la materia in ragione diretta delle masse e in ragione inversa del quadrato delle distanze, così un corpo due volte più lontano è 4 volte meno attratto, un corpo tre volte più lontano è attratto nove volte meno. Ma, oltre questa forza centrale di gravitazione esse hanno pure una forza eguale a quella di attrazione, ma contraria, loro infusa dal proprio moto, che li allontana. Queste due forze si elidono e così il pianeta rimane alla distanza in cui fu primitivamente abbandonato, come anello, dalla nebulosa madre.

Alle rispettive distanze in cui i pianeti girano attorno al Sole, allorchè si arrestasse d'un tratto il loro movimento, essi cadrebbero precisamente verso il Sole di tanto, quanto si allontanerebbero da esso, ove l'attrazione dell'astro centrale venisse a cessare. La velocità del loro cammino

sviluppa per l'appunto una forza centrifuga che tende ad allontanarli nella misura stessa con cui il Sole li attira. Così p. es. Nettuno ha piccolissima gravitazione verso il Sole per la sua lontananza da esso di 4490 milioni di chilometri, e piccolissima è anche la forza centrifuga sviluppata dai suoi 5 chilometri per secondo. Essa è la quarantesima parte della gravitazione di Mercurio, lontano dal Sole appena 15 milioni di leghe, ma con una forza centrifuga in esso sviluppata di 47 chilometri per secondo.

Se tutti i pianeti avessero a fermarsi, Nettuno incomincerebbe il suo moto di discesa verso il Sole con una velocità 40 volte minore di quella che avrebbe Mercurio nell'istesso primo istante di discesa. In altri termini, Nettuno ha la gravità verso il Sole e tendenza centrifuga di millimetri 0,0065 e Mercurio 39,50. Nettuno al primo minuto secondo se cessasse il suo moto, si avvicinerrebbe al Sole di mill. 0,0065 e da esso si allontanerebbe nell'istessa misura se il Sole cessasse di esercitare attrazione. Mercurio invece si avvicinerrebbe o si allontanerebbe al primo secondo di millimetri 39,50.

In complesso devesi supporre che l'indice d'una bilancia sia il pianeta; esso si conserva in mezzo, cioè alla stessa distanza dal Sole, perchè sopra uno dei piatti della bilancia vi sono tanti pesi di gravitazione, quanti ve ne sono di forza centrifuga sull'altro piatto della bilancia medesima. Una velocità minima farebbe dominare la forza di gravità e sarebbe causa della caduta del pianeta nel Sole; una velocità maggiore, all'incontro, allontanerebbe progressivamente e infinitamente il

pianeta dal focolare primario. Ma, per la velocità risultante dalla forza di gravità, il pianeta, errante rimane sostenuto in una stabilità permanente. Parimenti i satelliti sono sostenuti nello spazio per mezzo della forza di gravità del loro pianeta che li fa circolare intorno a loro colla velocità richiesta per mantenerli costantemente alla stessa distanza media. La Terra e la Luna quindi, formano così nello spazio una coppia planetaria che si sostiene in un equilibrio perpetuo sotto il dominio supremo dell'attrazione solare. Se la Terra esistesse sola al mondo, essa rimarrebbe eternamente immobile al punto del vuoto infinito ove essa sarebbe stata posta, senza mai potere nè discendere, nè salire, nè cangiare di posizione in qualsiasi maniera si fosse, non avendo queste stesse espressioni di discendere, di salire, di destra o di sinistra, alcun senso assoluto. Se questa stessa Terra, pur esistendo sola, avesse ricevuto un impulso qualunque e fosse stata lanciata con una velocità qualsiasi in una direzione qualsiasi, fuggirebbe essa eternamente in linea retta in quella direzione, senza mai potere nè arrestarsi, nè rallentarsi nè cangiar di movimento. Sarebbe ancora la stessa cosa se la Luna esistesse sola con essa; girerebbero allora entrambe intorno al loro centro comune di gravità, compiendo il loro destino nello stesso luogo dello spazio; fuggendo insieme secondo la direzione verso la quale sarebbero state proiettate. Esistendo invece il Sole ed essendo il centro del suo sistema, la Terra, tutti i pianeti e tutti i loro satelliti dipendono da lui ed hanno il loro destino irrevocabilmente legato al suo. - Ecco in che consiste il segreto,

assai semplice, come semplicissimo è il suo Autore, dell'equilibrio del sistema del Mondo.

CAPITOLO XI.

Origine della Terra, sua costituzione ed età.

1. La nebulosa Terra si condensa. — 2. La Terra-Sole. — 3. Formazione dell'atmosfera. — Superficie, volume e peso della Terra. — 4. Varie opinioni intorno alla sua età.

1. In mezzo all'immensità tenebrosa degli spazi del cielo la nebulosa solare brillava d'una luce pallida e diffusa, e mentre gradatamente si condensava e si restringeva verso il suo centro, risplendeva della stessa luce roteando annualmente intorno a questo focolare centrale. La nostra Terra trovavasi allora allo stato gassoso in ogni sua parte; non avea alcun nocciuolo o nucleo solido, e neppure alcun strato liquido; in realtà non era che un'atmosfera di molto più leggiera dell'aria che respiriamo. — La primitiva sua temperatura non era diversa da quella della zona solare, nel cui seno si è formata.

Essa aumentò ancora, per effetto della sua propria condensazione. Obbedendo alle leggi della gravità, le molecole si rinserrarono vieppiù verso il centro. La sua forma sferica si definì sempre meglio. La nebulosa divenne sole e brillò di una splendida luce. — La teoria meccanica del calore, dice Flammarion, mostra come la sola condensazione in globo delle particelle costitutive del nostro pianeta, ha dovuto produrre un calore di 8988 gradi centigradi. Durante questo primo pe-

riodo, la Terra spandeva assai lontano il suo vivido irradamento e brillava nello spazio come un Sole avviluppato in un pallida nebulosità.

A quella discostissima epoca se vi fossero stati degli osservatori posti negli universi lontani, avrebbero potuto vedere nel periodo solare del nostro pianeta, una stella doppia, composta da due astri di grandezza differente; il maggiore sarebbe stato il Sole, il minore la Terra. Senza dubbio anche questo sistema sarà stato doppio, triplo, quadruplo, multiplo, essendo moltri altri pianeti del nostro sistema solare stati Soli alla stessa epoca in cui lo era la Terra. Ma siccome vi è la probabilità che a quel tempo Venere e Marte fossero ancora nebulosi mentre la Terra era già Sole, e che pur fossero allo stesso stato anche gli altri pianeti, come Giove e Saturno che non sono ancora condensati, così avrebbero vista davvero questa sola duplice stella.

2. Per lo spazio di molti e molti secoli il nostro globo brillò, sole risplendente, focolare di potenti reazioni chimiche, dando origine a macchie ed eruzioni gigantesche, simili ai fenomeni che vediamo tuttodì compiersi alla superficie del Sole. — Il suo diametro, senza alcun dubbio, era da 30 a 40 volte più largo del diametro attuale che è in media di 12 mila 734 chilometri; secondo ogni probabilità, sarebbe stata meno voluminosa del nostro Sole attuale, il quale è pure 1,400,000 volte più grande secondo Arago, e di 1,279 mila volte secondo i calcoli più esatti e più recenti, ma leggerissima di densità ed interamente gassosa. Insomma era la Terra *inanis et vacua* della Bibbia.