Orion, á las cuales se llaman vulgarmente los tres *Reyes magos.*

En la direccion de los tres Reyes se encuentra la constelacion del Can mayor en la que brilla *Sirio*, la mas hermosa estrella del firmamento, por la intensidad y claridad de su luz y por su cintilacion; su nombre nos recuerda el de *Osiris*, divinidad egipcia que algunos identifican con el Sol.

La via láctea separa á Orion de la constelacion llamada el *Can menor*, cuya hermosa estrella *Procyon* se encuentra próximamente en la prolongacion de las estrellas Bellatrix y Betelgeuse. El Can menor se halla ademas, al Sur de Géminis.

En la direccion de Rigel y Sirio se encuentra una estrella de segunda magnitud, *el Corazon de la Hidra*, de la cual se hallan próximas las constelaciones de la *Copa*, *Máquina neumática* y *el Cuervo.*

Hácia el Sur de Sirio se observa la bellísima estrella *Canopus*, Dios de las aguas entre los egipcios, muy semejante á Sirio por su luz y sus destellos y es la estrella principal de la constelacion de la Nave Argos, que nos trae á la memoria la expedicion de los Argonáutas á la Colchida para recobrar el bellocino de oro.

La *Cruz* del Sur, llamada así por la disposicion de sus estrellas principales, dos de las cuales son de primera magnitud, resplandece á continuacion de la Nave Argos.

Inmediata á la Cruz del Sur, brillan dos estrellas de primera magnitud, de las cuales una es doble y forman *los piés del Centauro*, extensa constelacion con otra estrella doble ó sea el hombro izquierdo de la figura. Quiron ó el Centauro es una creacion mitológica, emblema de la experiencia representada por el sábio hijo de Saturno que fué herido mortalmente en una rodilla por Hércules y trasportado á los cielos por Júpiter.

A la constelacion de Centauro se siguen las de *triángulo austral*, el *Altar*, la *Corona austral*, el *Pavo*, el *Indio*, la *Grulla* y el *Pez austral*, en la cual brilla la hermosa estrella llamada *Fomalhaut.*

La extensa constelacion de la *Ballena* pertenece en parte al hemisferio boreal, tiene una estrella de segunda magnitud y otra ª muy notable por las singulares variaciones que ofrece y le han dado el nombre de *Mira* ó sea la *Maravillosa.*

Al Sur de la Ballena se encuentran otras constelaciones de menos importancia: tales son el *Taller del Escultor*, el *Fénix*, el *Tucano* y el *Octante* en la region polar.



La constelacion de *Eridano*, poético nombre del rio Pó, se extiende en el cielo á semejanza de una corriente en cuya extremidad meridional se encuentra la estrella de primera magnitud *Achernard.*

Terminan las constelaciones australes con la *Paloma*, el *Buril*, la *Dorada*, la *Retícula*, los *Peces volantes*, el *Camaleon* y la *Hidra* macho, todas al Sur del Navío, Orion y Eridano.

---

## LECCION XIV.

### NEBULOSAS.

Las nebulosas están formadas por numerosas estrellas tan aglomeradas, que á la simple vista aparecen como ligeras nubecillas, mas ó menos luminosas y de distintas formas. Si al observar las nebulosas por medio de un telescopio, conservan su apariencia, se llaman *nebulosas* propiamente dichas ó *irresolubles;* pero si se advierten distintamente las estrellas que las forman, se designan con el nombre de *nebulosas resolubles.*

Las nebulosas propiamente dichas, parecen ser formadas de una materia gaseosa, brillante y extremadamente rarificada, y demuestran, segun los fenómenos espectrales que ofrecen, efectos de condensacion, y su tránsito al estado líquido y al sólido.

Por sus cambios de forma y particulares apariencias, se observan movimientos de concentracion, de rotacion, y aun de traslacion, manifestándose el segundo movimiento por su forma espiral; la condensacion, por la mayor rapidez del movimiento del núcleo, la parte mas brillante y densa; y por último, el movimiento de traslacion por la estela luminosa que aparece, como se observa en todo cuerpo candente que surca el espacio. Entre las nebulosas se distinguen las *nebulosas planetarias* de una forma regular mas ó menos esférica, á causa de la distribucion uniforme de la materia, y las *estrellas nebulosas* consideradas como verdaderos soles, rodeados de una nebulosidad. En algunas de las nebulosas planetarias, se observa claramente la concentracion progresiva de la materia para formar una estrella.

Hemos dicho que las aglomeraciones de estrellas se conocen con el nombre de *lácteas* y entre ellas la de mayor importancia es la que recorre toda la extension circular del cielo en forma de una faja luciente y blanquecina, conocida con el nombre de *Vía láctea*, y vulgarmente con el de *camino de Santiago*, y segun los chinos con el de *rio celeste*. Esta extensísima y prodigiosa aglomeracion de estrellas, de la cual nuestro sol forma parte, es de desigual latitud, y atraviesa el cielo en la parte septentrional, por las constelaciones el Cochero, Perseo, Casiopea, Cefeo y el Cisne, en donde se bifurca para unirse de nuevo en el hemisferio austral; en este recorre las constelaciones el Serpentario, Escorpion, parte del Centauro, la Cruz austral y el Navío, pasando cerca del Can mayor y de Orion.

Las *Pléyades*, que todos conocen con el nombre de Siete Cabrillas, es una nebulosa de la cual se distinguen á la simple vista sus estrellas mas luminosas, que resaltan en medio de una mancha confusa y blanquecina. Esta nebulosa se encuentra en la Constelacion Zodiacal Tauro. La mitología y la astrología antigua invadieron por completo los espacios celestes; así es que una constelacion, una nebulosa, una estrella, nos recuerda algun hecho fabuloso, ó algun acontecimiento de los tiempos heroicos. Las Pléyades ó Atlántidas eran siete, hijas de Atlas (rey de Mauritania, que se convirtió en cordillera del Africa al ver la cabeza de Medusa,) y de Pleione, hija del Océano. Trasformadas en estrellas, constituyen la constelacion, menos una que en forma de cometa se lanzó á los espacios por no presenciar la ruina de Troya.

Las *Hiadas* forman otra nebulosa, en la frente del Toro y cuyo brillo se halla ofuscado por el fulgor de Aldebaran. Eran cinco, y hermanas de las Pléyades, y como estas fueron trasformadas en estrellas despues de su muerte, causada á fuerza de tanto llorar á su hermano Hias, que fué devorado por una fiera. Hiadas en griego, significa llanto ó lluvia.

La *Cabellera de Berenice*, es un grupo de estrellas mas extenso que el de las Pléyades y se encuentra cerca de la cola del Leon. Berenice, mujer del rey de Egipto, Ptolomeo Evergéte, consagró á Venus su cabellera á fin de alcanzar de los Dioses el triunfo de las armas de su esposo. Habiendo desaparecido la cabellera del Templo de Vénus, donde se hallaba depositada, un astrónomo hizo creer que los Dioses la habian trasportado al cielo.



La region septentrional contiene mayor número de nebulosas que la austral y de estas las principales son:

La Nebulosa de los Lebreles.
La Nebulosa espiral de la Vírgen.
La Nebulosa del Leon.
La Nebulosa Planetaria de Piscis.
La Estrella nebulosa de Perseo.
Las Lácteas de Hércules y Acuario.

En el hemisferio del Sur se encuentran nebulosas muy notables por su brillo y aislamiento, tales como las *Nubes de Magallanes* que se ven recorrer el cielo en torno del polo austral. Segun Humboldt y Arago, estas nebulosas cubren, la mayor, un espacio de 42°, y la menor, otro de 10° cuadrados. En la primera, Sir Jhon Herschel encontró 582 estrellas, 291 nebulosas y 46 aglomeraciones estelarias, y en la 2ª, 200 estrellas, 37 nebulosas y 7 aglomeraciones.

Formando un notable contraste con la anterior zona luminosa, que se cree forma parte de la vía láctea, se observa, á mayor distancia del polo austral dos espacios oscurecidos y tenebrosos, de los cuales el mas notable se ve al Este de la bellísima constelacion de la Cruz austral. En medio de ese antro pavoroso no brilla sino débilmente una sola estrella de 6ª á 7ª magnitud, y una gran cantidad de estrellas telescópicas. En otros lugares del cielo se observan las mismas circunstancias, aunque no de una manera tan notable como en los que se acaban de indicar. Los astrónomos dan á esos espacios en que nada se observa de lo que constituye el mundo Sideral, *Sacos de carbon*.

---

## LECCION XV.

### DEL SOL.

El Sol es una de las estrellas fijas, la mas brillante y de mayores dimensiones que conocemos y centro del sistema planetario. La circunstancia de fijeza que se le atribuye así como á las estrellas, es relativa y no absoluta: más adelante indicaremos los movimientos de que se halla dotado.

El Sol es una esfera de ½ grado de diámetro aparente. Su diámetro 108 veces mayor que el de la tierra, su superficie 11800 mas extensa y su volúmen 1.280,000 mas considerable. Su masa excede á la de la tierra en la cantidad de 324000, y su densidad apenas llega á la cuarta parte de la de nuestro planeta.

Para poder comprender estas importantísimas relaciones conviene tener presente la diferencia que existe entre el volúmen y la masa de un cuerpo que muchos confunden por carecer de las nociones indispensables de la física. El *volúmen* es la extension total del cuerpo ó sea el espacio que ocupa; la *masa* es la cantidad de materia que contiene el cuerpo, así como *densidad* la cantidad de materia contenida en una unidad determinada de volúmen.

Tomando por unidad el volúmen de la tierra y comparándolo con un volúmen igual de la esfera solar, la densidad de nuestro planeta es tres cuartas partes mayor que la del Sol, mas como este es 1. 280,000 veces mas voluminoso que la tierra, contiene no obstante la menor densidad, mayor cantidad de materia, es decir, su masa es mas considerable.

El Sol es un globo rodeado de atmósferas concéntricas. La parte central relativamente oscura y formada probablemente de gases en extremo condensados, constituye el *núcleo*. Este se halla inmediatamente rodeado de una atmósfera luminosa que se llama *fotósfera*, que por su solucion de continuidad en algunos lugares, determina ciertas porciones en extremo sombrías á las cuales se ha dado el nombre de *manchas*. (Fig. 15.) En estas, el núcleo del Sol, determina la parte mas oscura la cual se halla rodeada por la penumbra, que es la porcion menos sombría. Otra segunda atmósfera envuelve á la primera, y es la *cromósfera* compuesta de hidrógeno rarificado y en la cual revelan su presencia, el sódium, barrium y magnesium. A las anteriores sigue la tercera y última atmósfera ó *corona*, visible únicamente durante los eclipses totales del Sol. De este fenómeno tan notable como curioso, se tratará á su debido tiempo.

Observado su disco, con poderosos telescopios, aparece lleno de granulaciones en perpétua agitacion, entre las cuales se observan las manchas indicadas. En los bordes de estas depresiones extensas y profundas, se advierten *fáculas* ó rayas brillantísimas que parecen sumergirse en esas hoquedades. Agitada continuamente la materia luminosa, hace resplandecer en todo el disco esas fáculas, y cambiar la forma de las manchas, las cuales llegan á adquirir dimensiones tan considerables, que sobrepujan, con mucho, las de nuestro planeta, persistiendo por algunos meses ó desapareciendo en el trascurso de pocos dias.



Tres son los movimientos de que se halla el Sol dotado. El de rotacion sobre su eje, el de traslacion y el propio.

El Sol se halla inclinado 7 grados sobre el plano de la eclíptica y gira sobre su eje de Occidente á Oriente en 25½ dias. Tanto su inclinacion como su rotacion se comprueban por el trayecto que las manchas determinan en el disco. Vense aquellas aparecer en el borde oriental, recorrer el disco con un movimiento acelerado y acercarse con lentitud al borde occidental, fenómeno que no se observaria á estar el Sol en reposo.

Camina en el espacio, con su cortejo de planetas, sin que por tal circunstancia alteren estos las leyes de movimiento que los rigen, y se dirije con una velocidad de 8 kilómetros por segundo hácia la constelacion de Hércules.

Hallándose el Sol, considerando la enorme distancia que nos separa de las estrellas, muy cercano de nuestro planeta, su proyeccion en la misma region de la esfera celeste, no es constante como la de aquellas. Si vemos simultáneamente la salida del Sol y de una estrella y continuamos observando los ortos sucesivos de los dos astros, notaremos que el Sol se retarda progresivamente dia á dia respecto de la salida de la estrella, de suerte que ese retardo sucesivo hace que el Sol describa un círculo de Occidente á Oriente en el término de un año, recorriendo las doce constelaciones zodiacales. Este movimiento aparente es el que constituye su movimiento propio.

## LECCION XVI.

### DE LOS PLANETAS.

Como se ha visto, se denominan *astros* todos los cuerpos celestes y están divididos, en general, en estrellas fijas y planetas. Habiendo ya dado á conocer las primeras, tratemos de los segundos.

Los planetas son cuerpos opacos, casi esféricos, que giran al rededor del sol y que se ven iluminados por la luz que de él reciben.

Los planetas secundarios son los que giran al rededor de los principales, y se conocen con el nombre de *satélites ó lunas.*

Los planetas principales segun el órden de sus distancias al Sol, son: Vulcano, recientemente descubierto, Mercurio, Vénus, Cibeles ó la *Tierra*, Marte, los asteroides ó grupo de pequeños planetas, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

El número de satélites ó planetas secundarios conocidos hasta el dia son 18, de los cuales uno gira al rededor de la tierra, que es la Luna; cuatro al rededor de Júpiter, ocho al rededor de Saturno, cuatro al rededor de Urano, y uno al rededor de Neptuno.

Todos los planetas tienen dos movimientos, uno al rededor del Sol que es el de *traslacion*, pues sucesivamente van cambiando de lugar en el espacio, y otro de *rotacion* sobre su eje, efectuándose ambos movimientos de izquierda á derecha, los cuales constituyen el *camino directo.*

Estos movimientos son muy semejantes á los que se observan en la peonza ó trompo, que simultáneamente gira sobre su eje, y describe una línea de traslacion en la superficie de la tierra.

Llámase órbita de un planeta el camino que describe al rededor del Sol.

La fuerza que tiende á alejar á un planeta del Sol con tanta mas violencia cuanto mas rápido sea su movimiento, y lanzarlo en el espacio en la direccion de la tangente, se conoce con el nombre de fuerza *centrífuga.*

En contraposicion á esta fuerza existe otra que trata de acercar el planeta al Sol y es la de *atraccion ó centrípeta.*



Si dominase la primera, el cuerpo se saldria de su órbita siguiendo la direccion de la tangente, y si la segunda, el cuerpo seria completamente atraido por el Sol.

Del admirable equilibrio de ambas fuerzas combinadas resulta ese constante movimiento del cuerpo en derredor de aquel astro.

La propiedad que tienen los cuerpos de atraerse en el espacio constituye la ley de la *gravitacion universal*, principio descubierto por Newton y que se enuncia en las siguientes frases: "*Todos los cuerpos se atraen en el espacio en razon directa de sus masas é inversa del cuadrado de sus distancias.*" Es decir, que la fuerza atractiva será doblemente mayor en un cuerpo de doble masa, y cuatro veces mas débil en un cuerpo dos veces mas distante; y si estuviese cuatro veces mas separado, la fuerza atractiva seria diez y seis veces menor.

Las figuras de las órbitas planetarias son elipses poco excéntricas y de las cuales el Sol ocupa uno de los focos, que es comun á todas.

Se llaman *apsides* las dos extremidades del eje mayor.

De la colocacion del Sol resulta que los planetas no siempre están á igual distancia de él. Si un planeta se encuentra en el apside mas próximo del Sol, está en el *perihelio;* y en el *afelio* cuando se encuentra en el mas lejano.

Las órbitas de los planetas se hallan inclinadas unas respecto de otras, pero sin ser esas inclinaciones considerables.

Los dos puntos opuestos en que se supone que las órbitas se cruzan en el espacio, se llaman nodos.

Antes de terminar la presente leccion conviene indicar los fenómenos físicos que se observan en la luz y se conocen con los nombres de *reflexion* y *refraccion*, pues su conocimiento es necesario para comprender mas fácilmente la diferencia que existe entre las estrellas y los planetas. Si un hacecillo luminoso (que es la reunion de varios rayos de luz) choca en un cuerpo opaco que no puede penetrar, los rayos sufren un cambio de direccion formando con la perpendicular á la superficie que los *refleja*, un ángulo igual al que formaron los mismos rayos con la propia perpendicular, al chocar en el cuerpo; la *refraccion* es la desviacion que sufren los rayos luminosos al penetrar en un cuerpo diáfano que se llama un *medio*, como el cristal, el agua, &c.; para mas claridad, en el primer caso,

la superficie del cuerpo opaco rechaza los rayos luminosos; en el segundo los recibe, pero los desvía.

La luz que nos llega de los planetas no es otra cosa que la luz del Sol reflejada, mientras que las estrellas nos envían su propia luz.

Fácilmente pueden distinguirse en el firmamento las estrellas de los planetas: la luz de los primeros es fija y sin vibracion alguna, en tanto que la de las estrellas centellea.

Si mucho admira el exámen de la bóveda celeste con sus millares de luminosos astros, no menos debe llamar la atencion el conjunto de planetas que sujetos á ciertas é inmutables leyes, emanadas de la sabiduría divina, están en continuo movimiento al rededor del Sol.

Las mismas leyes que rigen á los planetas en sus movimientos al rededor del Sol, rigen á los satélites al rededor de aquellos, y al ser trasportados todos estos astros en el espacio por el Sol, no sufren perturbaciones en sus movimientos.

---

## LECCION XVII.

### SISTEMA PLANETARIO.

El conjunto de planetas que gravitan al rededor del Sol, del cual reciben luz y calor, forma el sistema solar ó planetario. (Fig. 5.ª, lám. II.)

La astronomía es y ha sido una de las ciencias mas difíciles por su propia naturaleza; y si bien por medio de sábias observaciones y de constantes estudios ha proporcionado descubrimientos maravillosos, ha inducido, por otra parte, á cometer errores y muy particularmente respecto del sistema planetario, á varios de los sábios que en esta ciencia se han ocupado.

Para adquirir pleno conocimiento respecto del sistema solar, deben tenerse en cuenta diversas circunstancias relativas á los planetas, como son: 1ª, su clasificacion en planetas principales y secundarios y en inferiores ó superiores; 2ª, sus respectivas distancias al Sol; 3ª, sus movimientos y su velocidad; 4ª, su forma y dimensiones; 5ª,



sus órbitas y en fin, otras muchas que indicaremos en el curso de esta obra.

Los planetas superiores giran al rededor del Sol en virtud de la atraccion directa que sobre ellos ejerce. Los secundarios ó satélites giran al rededor de los principales, á causa de la misma ley de la gravitacion universal ya explicada.

En efecto, la atraccion del Sol respecto de los satélites es mas débil á causa de su enorme distancia, que la ejercida sobre ellos por los planetas principales en razon de su mayor proximidad.

Los planetas inferiores ó interiores son: Vulcano, Mercurio y Vénus, los mas cercanos al Sol que nuestro planeta; y los superiores, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, que son los mas lejanos.

En la region del cielo, entre las órbitas de Marte y Júpiter, se encuentra la zona de los *asteroides*, pequeñísimos planetas llamados así porque no se distinguen sino con el auxilio de buenos telescopios, razon por la cual se les da, así mismo, el nombre de planetas telescópicos. Algunos los atribuyen al fraccionamiento por explosion de un gran planeta que en el órden de sus distancias seguia á Marte, pero esta aseveracion no está suficientemente comprobada. Muchos son los planetas telescópicos que hasta hoy han descubierto los astrónomos y es probable que mas descubran en lo sucesivo.

Su número excede hoy de 140. 376

Todos los planetas están en continuo movimiento recorriendo sus órbitas elípticas al rededor del Sol, cuyo movimiento es mas rápido y veloz á medida que distan menos de aquel astro, centro comun de todos los planetas. De suerte que los mas lejanos caminan con mucha lentitud, resultando de la diferencia de sus velocidades y de las órbitas que recorren, que mientras el planeta Urano da una vuelta al rededor del Sol, la tierra da de 82 á 83, y Mercurio muy cerca de 320.

Los fenómenos celestes se explican por medio de un aparato en el cual se han colocado los planetas segun el órden de sus distancias al Sol, y forma el sistema planetario artificial.

Tres son los principales sistemas:

El de Ptolomeo de Alejandría, que supone la tierra como centro de los planetas que giran á su rededor en 24 horas.

El de Copérnico de Thorn, en Prusia, que es el admi-

tido coloca el Sol como centro y los planetas, ejecutando su doble movimiento, al rededor de él. (Fig. 2ª, lám. II.)

En fin, el de Ticho Brahé, de Noruega, que es una combinacion de los dos anteriores y en la cual la tierra permanece como en el de Ptolomeo, en el centro; el Sol girando al rededor de ella, y al rededor del Sol, Mercurio, Vénus, Marte, Júpiter y Saturno.

---

## LECCION XVIII.

### LEYES DE KEPLER. [1]

En las lecciones anteriores se ha manifestado que los planetas se hallan sujetos en sus movimientos á leyes inmutables consiguientes á la atraccion que unos ejercen respecto de los otros en el espacio. Al génio de Newton debemos las leyes de la gravitacion universal; al de Kepler las que rigen á los planetas en sus movimientos en torno del Sol: habiendo dado á conocer la primera, es ya tiempo de exponer las segundas.

PRIMERA LEY.—*Las áreas descritas por el rádio vector que une el centro del Sol al centro de cada planeta, son proporcionales al tiempo trascurrido.*

SEGUNDA LEY.—*Las curvas descritas por los planetas son elípticas, de las cuales el Sol ocupa uno de los focos.*

TERCERA LEY.—*Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones planetarias son proporcionales á los cubos de los semiejes mayores de sus órbitas.*

Sirviendo de fundamento estas leyes se ha demostrado que la velocidad de la tierra en su curso elíptico en torno del Sol, acrece hácia el perihelio y decrece en el afelio, porque siendo equivalentes las figuras triangulares TSA y T'SA' (Fig. 16, lám. 2ª) descritas en tiempos iguales, sus áreas son iguales; pero el arco TA es mayor que el arco T'A', luego la tierra tiene que recorrer en un mismo periodo de tiempo mayor espacio, y por consiguiente que caminar con mayor velocidad.

Las dos primeras leyes se refieren al elemento elíptico que determina el movimiento del planeta.

1 Para comprender estas leyes es indispensable poseer las nociones de Geometría. Véanse las publicadas por el autor para servir de estudio preparatorio á la Geografía.



De la tercera ley se deducen las respectivas distancias tomando por unidad la que existe entre el Sol y la tierra.

Las órbitas planetarias se hallan inclinadas unas respecto de otras, pero sin traspasar en altura los límites de la zona zodiacal. Los planos que las contienen se hallan por consiguiente poco inclinados unos respecto de otros determinando en su interseccion la línea llamada *línea de los nodos*, y á las extremidades de ésta simplemente *nodos:* tal es la línea $T_4T_5$. La línea de los nodos divide la órbita del planeta en dos mitades, una llamada *nodo ascendente* que es la que determina el curso del planeta por el hemisferio boreal, y la otra *nodo descendente* por el *hemisferio austral.* Como la línea de los nodos es comun á dos planos, como línea de interseccion, siempre que la tierra y otro planeta durante sus movimientos llegan á colocarse en dicha línea, se hallarán en la misma del Sol y habrá eclipse, de lo que resulta el nombre de eclíptica dado al plano de la órbita terrestre.

Si se considera la tierra como centro de la esfera celeste y á ella se relaciona la posicion de un astro, esta posicion se llama *geocéntrica*, para diferenciarla de la que se relaciona al Sol como centro, en cuyo caso se llama *heliocéntrica.* De aquí provienen los nombres de *latitud geocéntrica* ú altura de un astro sobre el plano de la eclíptica observado desde la tierra, y *latitud heliocéntrica* ó altura de un astro sobre la eclíptica, suponiéndolo visto desde el Sol. Mas adelante explanaremos la teoría.

---

## LECCION XIX.

### MONOGRAFIA PLANETARIA.

#### PLANETAS INFERIORES.

MERCURIO. ☿ Es el planeta mas cercano al Sol, cuyo movimiento de rotacion sobre su eje se ha demostrado por los diferentes aspectos luminosos que ofrece observado por medio del telescopio. La luz que refleja es de una blancura brillante y uniforme, y solamente puede observarse á la salida ó puesta del Sol que son las dos circunstancias bajo las cuales Mercurio no queda ofuscado por la refulgente luz de aquel astro. El diámetro aparente de