

y queda otra vez la línea de la atracción en ángulo recto con la tangente  $Ra$ , que es la postura mas propia para que la acción de la gravedad se emplee toda en arquear la línea sin ayudar al movimiento ni embarazarlo. Decidme : ¿habeis entendido bien esto?

EUG. — Creo que sí : la comparación de la campana ó del péndulo de que habeis usado me ha dado bastante luz, porque así como el péndulo siempre se acelera al bajar, y se retarda al subir, y cuando llega á pasar por debajo, entonces es cuando lleva la mayor fuerza, así creo que sucede al cometa : al caer hácia el sol se acelera : al pasar por debajo va con muchísima velocidad, y al volver otra vez arriba se va retardando.

TEOD. — Si reflexionais bien hallareis una semejanza muy grande en el péndulo al caer. La atracción de la tierra ó gravedad obra por líneas, que en parte concuerdan con la del ímpetu del péndulo que descende, porque aunque él no se moviese circularmente sino por las tangentes, siempre se acercaría á la tierra ; y esto es lo que la atracción intenta : lo mismo sucede al cometa al caer hácia el sol por la mayor elipse. Por el contrario, al volver arriba las líneas del ímpetu en el péndulo todas son contrarias á la acción de la gravedad, y así la vencen, haciendo que el péndulo suba ; pero la gravedad se desquita de eso, debilitándole poco á poco las fuerzas del ímpetu hasta estinguirlas del todo ; y lo mismo acontece al cometa cuando sube, porque las líneas del movimiento todas son contrarias á la atracción del sol, y se van burlando de ella, ha-

ciendo que el cometa cada vez se aparte mas del sol ; pero le cuesta cara esa victoria que alcanzan de la atracción del sol, porque esta siempre va retardando el ímpetu del cometa hasta apagarlo, y no dejarle subir mas, y entonces empieza á obligarle á dar vuelta y bajar otra vez hácia el sol.

EUG. — Téngolo entendido perfectamente : no os canséis mas ; y supuesto lo que está dicho de los cometas, ya sé lo que se debe decir de los planetas á proporción, porque todas son elipses, ya mas redondas, ya mas prolongadas.

#### § IV.

De las leyes que inviolablemente observan todos los astros en sus movimientos.

TEOD. — Ahora ya podeis comprender las leyes que todos los astros observan inviolablemente. Son dos, las cuales descubrió el insigne Kepler, bien que no atinó con la razón de ellas. Perdonad, Silvio, que estas materias son un poco mas especulativas ; pero como Eugenio ya está capaz de entenderlas, no puedo contenerme, ni quiero privarle del gusto que el alma siente, viendo la admirable belleza de este mecanismo celeste.

SILV. — No os detengais por respeto mio, porque tambien yo gusto de saber lo que ignoraba. ¿Qué leyes son esas de Kepler?

TEOD. — La primera es que *todos los astros en*  
15.

*iguales tiempos andan áreas iguales.* La misma figura que nos sirvió para el movimiento del cometa nos puede servir ahora (Fig. 50). *Área* llamamos nosotros al espacio ó campo que se comprende y encierra entre varias líneas, v. g., lo que se comprende entre la línea SR, Sm, y la curva Rm.

EUG. — Ya sé lo que es *área*: ¿qué decís ahora de los planetas?

TEOD. — Todos los astros andan de manera que en tiempos iguales hacen áreas iguales, esto es, supongamos que en un mes anduvo el cometa desde R hasta *m*, y en el segundo desde *m* hasta *r*: tírense las líneas de todos esos tres puntos R *mr* hasta el sol. Digo ahora que la área del primer mes RSm será igual á la del segundo mes mSR. Esto mismo se conoce por la observacion que constantemente se halla en los movimientos de todos los astros, ya sean las elipses mas prolongadas, ya mas circulares. Pero esta ley, que primero descubrió Kepler, vino despues á conocer Newton que era una consecuencia necesaria de la ley de la gravedad general, que hace á los planetas voltear alrededor del sol<sup>1</sup>. De

<sup>1</sup> Todo cuerpo que gira alrededor de otro, porque es atraído ó pesa hácia él forzosamente, ha de describir áreas iguales en tiempos iguales. Demuéstrase (Fig. 51). Sea C el cuerpo atrayente puesto en el centro del círculo ó en el foco de la elipse: el cuerpo A, que en determinado tiempo anduvo el espacio AB, en el segundo tiempo correría en fuerza del ímpetu concebido otra línea igual BL; mas en ese tiempo segundo también obra la acción de la gravedad. Supongamos que todos los ímpulsos continuados en el discurso del segundo tiempo obran al instante desde su principio, y que valen la línea Bi, ó su paralela é igual LD. En este caso el planeta hallándose en B con una determinacion para BL causada del ímpetu concebido, y otra para i motivada por la gravedad, seguiría la diagonal BD. Del mismo modo en D conservaría el

esta ley, pues, se sacan varias consecuencias; una es que todos los astros describen áreas proporcionales á los tiempos, esto es, que en dos dias describen una área dupla ó doblada de la que describieron en un dia, y en siete dias una área siete veces mayor que la de un dia solo.

EUG. — Si ellos en tiempos iguales forman áreas

impulso para otra línea igual De; mas por la nueva y mayor acción de la gravedad que obraba de mas cerca, y le im. ella hácia r, seguiría

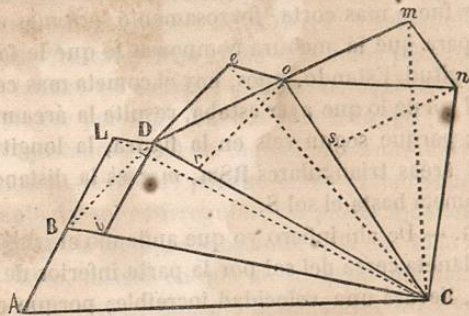


Fig. 51.

otra diagonal Do; y en el cuarto tiempo durándole el ímpetu para otra igual om, y hallándose atraído hácia s, iría por la diagonal on. Digo, pues, que todas estas áreas son iguales, lo cual se demuestra así: el triángulo ABC es igual á BLC, pues ambos tienen las bases AB, BL iguales, y en vértice común. También es cierto que el triángulo BLC es igual á BDC, porque la base BC es común, los vértices L y D están en una misma línea paralela á la base; luego son iguales, y por consiguiente también resultan iguales los triángulos ó áreas ABC y BDC. De la misma suerte se prueba que este triángulo BDC debe ser igual á DeC, y despues á DoC; y finalmente que este última es igual á omC, y despues se ve igual á onC. Así que todos los triángulos y áreas descritas en tiempos iguales serán también iguales entre sí, que es lo que se pretendía demostrar.

iguales, claro está que en tiempos desiguales serán desiguales las áreas.

SILV. — ¿Y de qué sirve saber eso?

TEOD. — De mucho : sirve para saber la razón por qué *todos los astros cuanto mas se acercan al sol, mas apriesa caminan*, como visiblemente lo muestran los cometas; y *cuando se apartan de él, cuanto mas lejos estan mas lentos andan*. Esto se deduce de la regla dada; porque como la área que hoy describe el cometa, debe ser igual á la de ayer, si hoy fuere mas corta, forzosamente será mas ancha, para que la anchura compense lo que le falta de longitud. Estando, pues, hoy el cometa mas cerca del sol de lo que ayer estaba, resulta la área mas corta; porque segun veis en la figura, la longitud de las áreas triangulares RSm, msr es la distancia del cometa hasta el sol S.

EUG. — De ahí infiero yo que andando el cometa ó el planeta cerca del sol por la parte inferior de la elipse, llevará una velocidad increíble; porque como allí la distancia del sol es muy pequeña, se hace la área muy corta; luego para que sea igual á las otras que él mismo describió en tiempos iguales, es preciso que corra una línea muy grande, para que se compense en la dilatación del campo por esa parte lo que le falta por la poca altura de ese triángulo.

SILV. — Todavía vuelvo á preguntar : ¿y de qué sirve saber eso?

TEOD. — Sirve para poder dar la razón por qué tenemos desde el equinoccio de setiembre hasta el de marzo nueve días menos de los que contamos

desde el equinoccio de marzo hasta el de setiembre.

SILV. — ¿Cómo son esas cuentas?

TEOD. — Yo las ajustaré. La primavera ó equinoccio en el año de 64 fue á 20 de marzo á las 8 de la mañana; y el equinoccio de setiembre á principio del otoño fué á 22 de setiembre á las 8 de la noche : contad los días, y hallareis que gasta el sol en correr los seis signos de invierno 9 días menos que en los seis de verano; y es la razón por que en invierno está mas cerca de la tierra; y así en el sistema copernicano debe andar mas veloz para hacer áreas iguales en tiempos iguales. De aquí nace que los relojes, por muy buenos que sean, no pueden andar ajustados al sol en todo el año sin que les toquemos la péndola; porque como el movimiento aparente del sol es irregular, no puede ajustarse á una máquina siempre constante. Y si con todo esto vos, Silvio, insistís en que no se sigue utilidad de saber estas reglas, Eugenio la halla grande; y voy á explicarle la segunda ley.

SILV. — Yo no las considero absolutamente inútiles, solo digo que no me cansaría demasiado para averiguarlas.

TEOD. — La segunda ley de Kepler es esta : *Los cuadrados de los tiempos periódicos son entre sí como los cubos de las distancias*<sup>1</sup>. Pongamos ejemplo

<sup>1</sup> Esta ley, supuesta la disminución de la gravedad en razón inversa de los cuadrados de las distancias, para los que entienden los términos se puede demostrar así. Suponemos en primer lugar que (conforme á lo demostrado en la mecánica) las fuerzas centrífugas crecen en razón de la distancia (supuesto un mismo tiempo periódico): también se au-

para que me entendais. La distancia de Venus respecto del sol es casi doblé de la que Mercurio tiene de este planeta. Si fuera perfectamente dupla, haciendo los cubos de las distancias, como os enseñé, sería el de Venus ocho veces mayor que el de Mercurio; y tambien midiendo los tiempos en que

mentan en razon inversa del cuadrado de los tiempos (supuesta una misma distancia). Luego absolutamente para que se conozca todo el valor de la fuerza centrífuga, debe componerse la razon directa de la distancia con la inversa de los tiempos periódicos, que es lo mismo que dividir las distancias por los cuadrados de los tiempos; y el cociente que salga de la division dará el valor de la fuerza centrífuga. Y como cuando un cuerpo se mueve circularmente, siempre ha de ser igual la fuerza centripeta, se sigue que la medida de las fuerzas centrales es la distancia partida por el cuadrado del tiempo; lo cual se figura de este modo  $\frac{D}{T^2}$ . Suponemos en segundo lugar que lo mismo

es dividir toda la raiz por el cubo que la unidad por el cuadrado. V. g.  $\frac{3}{27}$  es lo mismo que  $\frac{1}{9}$ ; como tambien  $\frac{2}{8}$  es lo mismo que  $\frac{1}{4}$ . Suponemos lo tercero, que cuando una fuerza crece en alguna razon inversa, para averiguar su valor se la ha de dividir por ella: así como cuando se aumenta en alguna razon directa se debe multiplicar por ella. Hechos estos supuestos combinemos á Júpiter con Venus respecto del sol; y como sus elipses son casi círculos, podemos reputarlas por círculos para la demostracion, la cual para que á un tiempo salga perceptible y breve, la pondremos en términos algebráicos: llamemos á la fuerza central de Júpiter F: á la de Venus f: el tiempo periódico de Júpiter T, el de Venus t: la distancia de Júpiter D, la de Venus d. Sentado esto (suposición tercera) por la ley de la disminucion de la

gravedad  $F : f :: \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$ , ó tambien (suposición segunda) como  $\frac{D \cdot d}{D^2} : \frac{d}{d^3}$

pero conforme á lo que dijimos (suposición primera)  $F : f :: \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$ :

luego tenemos que  $F : f :: \frac{D}{T^2} \cdot \frac{d}{t^2} : \frac{D}{D^3} \cdot \frac{d}{d^3}$ ; por consiguiente

$T^2 : t^2 :: D^3 : d^3$ , que es lo que se queria demostrar: conviene á saber, que los cuadrados de los tiempos entre sí eran como los cubos de las distancias.

giran, sería el cuadrado del tiempo de Venus ocho veces mayor que el cuadrado del tiempo de Mercurio. Como vos, Eugenio, no teneis otros principios mas de los que os he dado, no podeis entender esto perfectamente. Pero siempre os causará admiracion ver los astros del cielo sujetos á las leyes del movimiento de los cuerpos terrestres. Es cosa que asombra ver que Júpiter y Saturno, y los satélites de cada uno de ellos en esa inmensa libertad de las regiones etéreas, ni se apresuran un paso, ni retardan su movimiento, sino que exactamente corresponden al cálculo que el filósofo encerrado en su gabinete con la pluma en la mano está determinando para uno y otro astro. Dadas las distancias de los planetas al sol, y de los diversos satélites á cada uno de los planetas, entra el filósofo á calcular, y dice: Venus hará su revolucion en tantos meses, Júpiter en tantos años y tantos dias, su primer satélite gastará tantas horas, el último tantas, y puntualmente no discrepan un dia ni una hora en su movimiento. Verdaderamente que Dios es grande en la produccion de esta pasmosa fábrica; pero mucho mas respandee su infinita sabiduría en hacer que toda esta prodigiosa máquina de los cielos y todos sus astros, teniendo movimientos tan diversos entre sí, se gobiernen por unas leyes tan sencillas como las que hemos dicho.

EUG. — Ved aquí donde reluce la sabiduría de un relojero ó maquinista, en hacer con pocas ruedas movimientos pasmosos, encontrados y admirables.

SILV. — A la verdad en cualquier máquina tanto

nos admira la multiplicidad de los movimientos, como la simplicidad de su fábrica. Hacer muchos movimientos con muchas ruedas no causa tanta admiración; pero hacer con pocas muchos y encontrados movimientos, eso sí que causa una admiración mas justa.

TEOD. — Por eso decia yo que admitiendo este sistema de la causa del movimiento de los cuerpos celestes, aparecia mucho mas admirable la omnipotencia y sabiduría de Dios. Pero ya es tiempo de cumplir una palabra que os di los días pasados.

### § V.

Del método para conocer el peso de los planetas.

EUG. — No me acuerdo de ella.

TEOD. — Era decirnos el modo con que se pesaban los planetas, y aquí tiene su lugar. Ya sabeis que esta gravedad general y mutua entre los planetas es propiedad que pertenece á la materia; por consiguiente de la fuerza con que un planeta tira por los otros, y los hace girar alrededor de sí, inferimos la cantidad de materia que él tiene; pues es cosa bien clara que aquel que tuviere mas materia atrayente, con mas fuerza ha de tirar hácia sí los otros, y hacerles doblar sus caminos. Combinando, pues, la fuerza con que Júpiter tira por sus satélites, con la fuerza del sol atrayendo á Venus por ejemplo, y atendiendo á las distancias y revo-

luciones de los satélites, y á la de Venus, conocemos la cantidad de materia atrayente que hay en el sol, y la que hay en Júpiter. Ese es el motivo por que no de todos los planetas podemos saber las cantidades de materia que tienen. Conocemos la del sol, la de Saturno, la de Júpiter y la de la Tierra, porque todos estos hacen andar alrededor de sí alguno ó algunos cuerpos, El sol hace girar á los planetas; Saturno, Júpiter y Urano á sus satélites, y la tierra á la luna. Así que, habiendo en todos estos cuerpos efecto sensible de su atracción, por la diversidad de las atracciones medimos la diversidad de la materia que en ellos hay; pues siendo general á toda la materia esta propiedad de atraer, por la proporcion de la fuerza atrayente que hubiere en un planeta se conoce la cantidad de materia que tiene<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> El modo práctico de calcular estos pesos es este. Por lo que la experiencia muestra en la máquina de las fuerzas centrales, y se demuestra en la mecánica, *moviéndose dos cuerpos en giro alrededor de otro á una misma distancia, pero en diversos tiempos periódicos, sabemos que las fuerzas centrífugas son como los cuadrados de las velocidades, ó al revés, como los cuadrados de los tiempos periódicos* (que todo es lo mismo); y como ningun cuerpo se mueve en círculo sin que la fuerza centripeta ó atractiva sea perfectamente igual á la centrífuga, se sigue que *moviéndose dos cuerpos á una misma distancia, pero en diversos tiempos alrededor de otro, la fuerza atrayente de este es respecto de cada uno inversa como los cuadrados de su tiempo*. Y como estando dos cantidades en una determinada razon, si dividimos por ellas una tercera, los cocientes quedan en la misma razon, se sigue que si dividiéremos por estos dos cuadrados de los tiempos periódicos el cubo de la distancia del cuerpo central, quedarán los cocientes de las divisiones entre sí como eran los dos cuadrados de los tiempos, y por consiguiente *los cocientes de la division del cubo de la distancia por los cuadrados de los tiempos*

SILV. — Pero tambien habeis hablado del peso de la luna, y no sabemos que este planeta haga girar ningun satélite alrededor de sí.

TEOD. — Argüís bien; pero sabed que la luna, no obstante eso que decís, nos da una señal bastante perceptible de su atraccion sobre la tierra. En los principios de Newton toda materia atrae y toda es atraída, y así la tierra y la luna se atraen mutuamente como ya os dije. El efecto de la atraccion de la tierra se conoce en el giro de la luna alre-

*quedarán siendo la medida de la fuerza atractiva del cuerpo central respecto de cada cuerpo que gira. Luego en los planetas que voltcan alrededor del sol hallaremos la fuerza atractiva que los asegura en sus respectivas órbitas, dividiendo el cubo de la distancia de cada uno por el cuadrado de su tiempo periódico; y como esta fuerza atractiva es proporcional á la masa del sol, tenemos que el cociente de esta division es la medida de la masa del sol. Advierto que si dividiendo el cubo de la distancia de Venus por el cuadrado de su tiempo sale por ejemplo 10000, este mismo será el cociente si la operacion se hace en Marte ó Júpiter. etc. La razon es porque, como queda probado, cuando crecen los cubos de las distancias, en esa misma razon crecen los cuadrados de los tiempos periódicos. Ahora bien, cuando aumentamos el *dividendo* y el *divisor* en una misma razon, siempre sale un mismo cociente. V. g., si dividimos 12 por 3 sale por cociente 4: tripliquemos pues el dividendo 12 y el divisor 3, y partamos 36 por 9, veremos que sale el mismo cociente 4: por consiguiente, si dividiéremos el cubo de la distancia de cualquier planeta por el cuadrado de su tiempo periódico, siempre saldrá un mismo cociente para significar la virtud atractiva del sol, ó la cantidad de materia atrayente que hay en él. Por la misma razon hecho el cálculo en los satélites de Júpiter con respecto á este planeta, y en los de Saturno con relacion á él, y en la luna con la tierra, dividiendo los cubos de las distancias de cualquier satélite por el cuadrado de su tiempo, el número que saliere al cociente dará la masa de Júpiter ó Saturno, ó de la tierra. Advierto que aunque la distancia media de la luna á la tierra son  $60\frac{1}{2}$  semidiámetros, como la luna no gira alrededor del centro de la tierra, sino alrededor de un centro comun, que está un poco desviado de aquel, debe el cubo de la distancia tomarse solo de los 60 semidiámetros.*

dedor de ella; y el efecto de la atraccion de la luna se conoce en el giro de la tierra alrededor de la luna.

SILV. — Eso es equivocacion.

TEOD. — No lo es; yo me explicaré (hablo en el sistema newtoniano). Suponed que en las dos estremidades de una regla LT (Fig. 52) tenemos dos

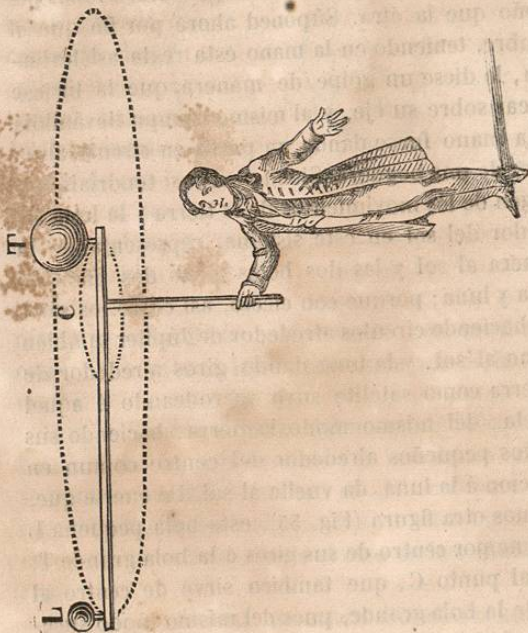


FIG. 52

globos, uno grande que representa la tierra T, y otro pequeño que figura la luna L: suponed mas, que suspendiendo esta regla horizontalmente sobre

un palo perpendicular C, y formando allí un eje, hacemos girar alrededor de él la regla con sus dos globos fijos. En este caso, tanto la luna como la tierra andarán en giro, una alrededor de la otra, y ambas alrededor del centro comun C. Si el tal centro ó eje estuviere igualmente distante de las dos bolas, los dos círculos serán iguales; pero si estuviere mas cerca de la bola grande, hará esta su giro mucho mas pequeño que la otra. Suponed ahora por fin que el hombre, teniendo en la mano esta regla así levantada, le diese un golpe de manera que la hiciese voltear sobre su eje, y al mismo tiempo llevándola en la mano fuese dando un paseo en círculo alrededor de una hoguera. Siendo esto así tendríais una imagen de los movimientos de la tierra y la luna alrededor del sol en este sistema, representando la hoguera al sol y las dos bolas á los dos planetas tierra y luna; porque con efecto, así como los satélites haciendo círculos alrededor de Júpiter tambien rodean al sol, y la luna dando giros alrededor de la tierra como satélite suyo va rodeando á aquel planeta; del mismo modo la tierra, haciendo sus círculos pequeños alrededor del centro comun en oposicion á la luna, da vuelta al sol. De suerte que, hagamos otra figura (Fig. 35), esta bola pequeña L no tiene por centro de sus giros á la bola grande T, sino al punto C, que tambien sirve de centro al giro de la bola grande, pues del mismo modo sucede en el cielo: la luna no tiene por centro de sus círculos á la tierra sino á un punto que dista un poco de esta, el cual tambien sirve de centro á los giros pequeños de la tierra; y por eso este punto se

llama centro comun <sup>1</sup>. Supongo que me habeis entendido.

EUG. — Fácilmente.

TEOD. — Añado ahora, que si en la luna hubiera tanta materia como en la tierra, este centro comun habia de distar igualmente de ambas; y si la tierra tuviere porcion de materia 40 veces mayor que la luna, este centro comun C debe estar 40 veces mas lejos de la luna que de la tierra.

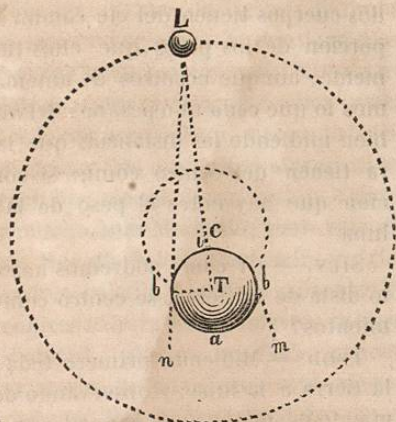


Fig. 35.

EUG. — Supongo que es del mismo modo que me habeis dicho cuando hablásteis de la balanza en que se ponian pesos desiguales, en la cual para que haya equilibrio debe el peso mayor estar tanto mas cerca del eje cuanto escede al otro en la cantidad de materia.

TEOD. — Así es en este caso: el centro comun de estos movimientos debe estar tanto mas cerca de la tierra, quanto el peso de esta ó la cantidad de ma-

<sup>1</sup> Graves. *Phys. elem. math.* n. 4210.

teria que tiene escede al de la luna; y por eso, así como midiendo en la balanza las distancias que los dos cuerpos tienen del eje comun se conoce la proporcion de los pesos que ellos tienen en sí realmente, aunque nosotros de antemano no supiésemos lo que cada uno pesaba; del mismo modo tambien midiendo las distancias que la luna y la tierra tienen del centro comun se conoce la proporcion que hay entre el peso de la tierra y el de la luna.

SILV. — ¿Y cómo podremos nosotros saber cuánto dista de la tierra ese centro comun de los movimientos?

TEOD. — Midiendo primero toda la distancia de la tierra á la luna; y observando despues el movimiento de la luna, se conoce que ella no tiene en sus giros como radio de los círculos toda esta distancia; esto es, que el centro de los giros de la luna rigurosamente no es la tierra sino un punto fuera de ella, y no es muy dificultoso que observando muchos giros de la luna averigüemos cuál es su verdadero centro.

SILV. — Ya lo entiendo: proseguid.

TEOD. — Ved aquí el modo con que se puede pensar la luna ó saber la cantidad de materia que tiene. Esto es en cuanto á los pesos de los planetas; por lo que mira á sus densidades es facil discurrir, supuesto que conozcamos el peso y el volumen, porque dividiendo el *peso* de cualquier cuerpo por su *volumen*, lo que resulta es su *densidad*; pues bien saben todos que si un cuerpo tiene gran peso y poco volumen es muy denso, y que si tiene me-

nos peso ó mayor volumen es mas raro. De este modo conocemos la densidad del sol, Mercurio, Venus, Saturno, Júpiter, Urano, la Tierra y la Luna. De algunos de estos no se sabia la densidad ni el peso por faltar para eso principios suficientes; pero Newton la conjeturaba por el calor que ellos sufren proporcionado á la cercanía del sol, haciendo juicio de que son mas densos los que sufren mayor calor; y así Marte resultaba menos denso que la Tierra, Venus mas, y mucho mas Mercurio; pero esto era mera conjetura. Hoy dia reiteradas las observaciones se ha aplicado el cálculo á todos los planetas excepto los telescópicos. Ahora resta hablar de la tierra con mas especialidad, porque nos faltan muchas cosas que saber acerca de ella; pero esto reservémoslo para mañana. Por ahora tomad ese papel, que es como un mapa general, en que de una ojeada hallareis todo lo que os tengo dicho de los astros, y podreis fácilmente combinar sus diámetros, volúmenes y pesos, como tambien sus distancias, movimientos, etc. Mañana\* proseguiremos.

EUG. — Mucho me alegro de tener estas tablas.



TABLA PRIMERA.

PLANETAS.	DISTANCIAS DEL PLANETA AL SOL.	DIAMETRO	VOLUMEN.	MASA.
Sol.		109.95	1528460	557. 086
Mercurio.	15361000 leguas*	0.39	0.1	0.1664
Venus.	24936000	0.97	0.9	0.9432
La Tierra.	54515000	1.00	1	1
La Luna.		0.27	0.2	0.017
Marte.	52390000	0.52	0.2	0.1524
Vesta.	81530000			
Juno.	91228000	no se sabe.	no se sabe.	no se sabe.
Ceres.	93532000			
Palas.	95392000			
Júpiter.	179200000	11.56	1470.2	515.8926
Saturno.	529200000	9.61	887.5	120.0782
Urano.	662144000	4.26	77.5	17.2829

TABLA SEGUNDA.

PLANETAS ó astros.	DENSIDAD.	TIEMPO de rotacion sobre su eje.			REVOLUCION sideral.				NUMERO de pies por se- gundo que un cuerpo correría, cayendo en la su- perficie del sol y los planetas.
		dias.	horas.	seg. min.	años.	dias.	horas.	seg. min.	
Sol.	0.25624	23	12	0 0					314
Mercurio.	2.879646	1	0	4 0	0	87	25 14 50		15.53
Venus.	1.04701	0	23	21 0	0	224	16 41 27		14.80
La Tierra.	1	1	0	0 0	0	565	5 48 49		4.908
La Luna.	0.715075	27	7	44 0					2.52
Marte.	0.950756	1	0	39 22	0	686	22 18 27		5.05
Vesta.					5	66	4 0 0		
Juno.	no se sabe.				4	128	0 0 0		
Ceres.					4	220	2 0 0		
Palas.					4	220	16 0 0		
Júpiter.	0.24119	0	9	56 37	11	515	12 50 0		56.43
Saturno.	0.093684	0	10	16 2	29	164	4 27 0		15.25
Urano.	0.020802	no se sabe.			85	29	8 59 0		14.56

TABLA TERCERA.

ASTROS.	PARALAJES anuales.	INCLINACION de la órbita sobre la ecliptica.	INCLINACION del eje sobre la órbita.	LEGUAS recorridas en 1'.
Sol.			82° 50'	653
Mercurio.	126° 44'	7° 78'	» »	486
Venus.	159 9	8 76	» »	412
La Tierra.	0	0	66 52	14*
La Luna.	27 1	5 71	88 50	219
Marte.	18 6	1 83	61 50	»
Vesta.		7 15	»	»
Juno.	no se sabe.	31 05	no se sabe	»
Ceres.		10 62	»	»
Palas.		54 60	»	»
Júpiter.	9 59	1 46	89 45	178
Saturno.	5 42	2 77	60 »	152
Urano.	2 53	0 86	» »	95

\* Relativamente á la tierra.

TABLA CUARTA.

SATÉLITES DE JUPITER.			
DISTANCIAS MEDIAS siendo el semi diámetro de la tierra.		DURACION de las revoluciones.	MASAS DE LOS SATÉLITES siendo la de la tierra uno.
1º satélite	6.0483	4 dia 7691	0.000017
2º	9.6233	5 5312	0.000023
3º	13.5302	7 4346	0.000088
4º	20.9983	16 6888	0.000045

SATÉLITES DE SATURNO.			
DISTANCIAS MEDIAS siendo el semi diámetro de la tierra uno.		DURACION de las revoluciones.	
1º satélite	3.53	0 dias	943
2º	4.50	1	370
3º	5.28	1	888
4º	6.82	2	759
5º	9.32	4	317
6º	22.08	15	943
7º	64.56	29	530

SATÉLITES DE URANO.			
1º satélite	13.12	5	893
2º	17.02	8	707
3º	19.85	10	961
4º	22.73	15	456
5º	43.31	58	073
6º	91.01	107	694



## TARDE DÉCIMOCTAVA.

DE LOS EFECTOS QUE NACEN DE LA FIGURA Y SITUACION  
DEL GLOBO DE LA TIERRA RESPECTO DE LOS ASTROS.

## § I.

De la figura y division del globo de la tierra, y de la longitud y latitud  
de las ciudades, y tambien de las estrellas.

TEOD. — Como se van acabando los gustosos días en que puedo gozar de vuestra compañía, para que quede completa (en cuanto permiten las circunstancias) esta instruccion que os doy, es preciso ir resumiendo lo que nos resta. Hoy hemos de hablar de los efectos que provienen de la figura y situacion del globo de la tierra respecto de los astros; y será con mas individualidad que cuando la consideramos como planeta en el sistema de los copernicanos. La tierra es sensiblemente globosa: algunos antiguos creian que era un plano circular, que por las estrechidades se juntaba con los cielos al modo que el vi-