

X

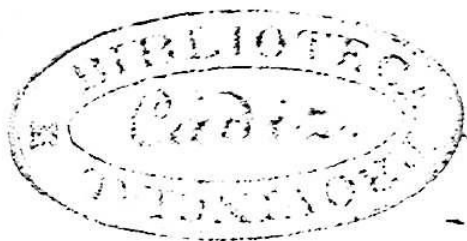
**ELEMENTOS
DE GEOMETRIA,
Y FISICA EXPERIMENTAL,
PARA. EL USO , E INSTRUCCION
DE LOS ALUMNOS
DEL REAL COLEGIO
DE CIRUJIA DE CADIZ.**

COMPUESTOS

POR D. CARLOS FRANCISCO AMELLÉR,
uno de sus Maestros.

SALEN A LUZ:
A EXPENSAS DE DICHO REAL COLEGIO.

C. F. Ameller



CON LICENCIA:

EN CADIZ, En la Imprenta de D. MANUEL
XIMENEZ CARREÑO, Calle Ancha.
Año de M.D.CC.LXXXVIII.

93-179

X

RECEIVED
JAN 11 1900
U.S. DEPT. OF AGRICULTURE
WASHINGTON, D.C.

FOR THE
BUREAU OF PLANT INDUSTRY

FROM THE
DIRECTOR OF THE BUREAU



IN CHARGE
OF THE BUREAU
OF PLANT INDUSTRY
WASHINGTON, D.C.

AL SEÑOR
DON FRANCISCO
CANIVELL,

CIRUJANO MAYOR DE LA REAL
Armada , Vice-Presidente del Real Cole-
gio de Cirugía de Cadiz , su primer Maes-
tro , Socio de la Real Academia Medica
Matritense , honorario de la de Se-
villa , y de la Real Sociedad
Bascongada.

SEÑOR Y MAESTRO.



*Stos Elementos de Geo-
metría , y Fisica Experimental,
que tengo el honor de presentar á*

A 2

Vm.

Vm. son un homenaje debido á la obligacion en que me hallo constituido por la piedad del Rey, y á la gratitud con que debo corresponder á los singulares beneficios que Vm. me há dispensado, animando con su zelo mi corta capacidad, para la coordinacion de un cuerpo de doctrina, que pueda servir de texto aforistico á nuestros Alumnos, y sobre que se funde el comento de la viva voz de su Maestro.

La grande disparidad de lo elevado, y abstracto del asunto, con lo humilde, y circunscripto de mis luces, no permiten lisonjearme de haber llenado las espe-
ran-

ranzas de Vm. ni mis eficaces deseos ; pero en tal caso sirvame de disculpa la sincera , é ingenua confesion de mis cortos alcances , y de poderoso escudo la proteccion de Vm. á quien tributo estas escasas primicias , como un público testimonio del profundo respeto , y verdadero reconocimiento que le profesa á Vm.

El mas humilde y agradecido
de sus Discipulos

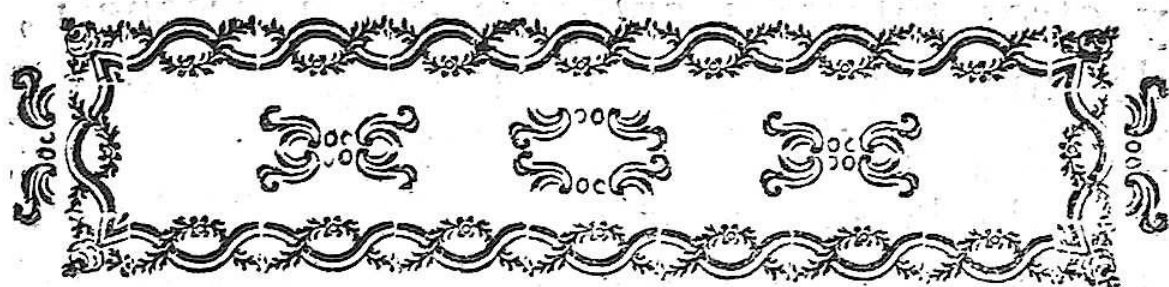
Carlos Francisco Ameller.

DON

DON VICENTE LUBET,
Ayudante de Cirujano Ma-
yor, Maestro, y Secreta-
rio del Real Colegio de Ci-
rugía de esta Plaza.

Certifico: Que este Real Colegio en
Junta celebrada el dia 10 de Mayo
del proximo pasado año, aprobó el
que se diese á la luz pública el pre-
sente Tratado de los Elementos de Geo-
metría, y Fisica Experimental, con
arreglo á lo dispuesto en el Art. 1.
del Titulo XVI. de las Reales Orde-
nanzas. Cadiz 10 de Enero de 1788.

Vicente Lubet.



ELEMENTOS DE GEOMETRIA.

EXORDIO.



ABIENDO DE EMPEZAR el curso de las Lecciones Físicas , se hace indispensable el proponer antes un breve resumen de los Elementos de Geometría , sin cuyo estudio quedaría desconocida la mayor parte de la Física. Por eso los Sectarios de la Academia grababan en las puertas de sus Aulas esta ley : Ninguno entre sin saber la Geometría ; viviendo Platon,

y

y otros Filósofos antiguos en la creencia , de que era incapaz para el estudio de la Física , quien ignoraba los preciosos dogmas de la Geometría. Movida la Universidad de París del conocimiento de esta necesidad , intima (en su art. 4. de los estatutos de la facultad de Artes de ultima reformation) formar precepto á todos los Profesores de Filosofía , que lean á sus discipulos algunos libros de Euclides , no sea que pasando inhábiles á las investigaciones de las cosas naturales , se aterren con el estudio , y abandonen el trabajo.

Pero sobre todas las excelencias de este estudio prevalece la de ser en los Elementos de Geometría mas exâctos , y acrisolados los discursos , que los que forman todas , y cada una de las partes de la Filosofía ; por lo que , aunque no sea el intento de la presente obra escribir una Geometría completa , y delicada , ni el hacer perfectos Geometras , se expondrán no obstante las primeras instituciones geometricas, es á saber : las Definiciones , Postulados , y Axîomas , con algunas proposiciones seleccionadas.

lectas de Euclides , para que haciendo manifiesta la puerta y entrada á la Fisica , se facilite el uso del método sintetico , y se proporcione un dechado , en que se mire la forma de una perfecta demostracion en materia facil , y acomodada para enseñar.

Es aquella parte de la matemática

CAPÍTULO PRELIMINAR.

Geometría de la extensión

LOS principios de que se deducen todas las proposiciones Geometricas son de tres especies , esto es : Definiciones , Postulados , y Axiomas.

Definicion llaman la explicacion de lo que es alguna cosa , ó del nombre de ella , como quando alguno dice , que él tiene por Triangulo una figura contenida en tres lineas.

Postulado es aquello , cuya existencia no repugna ; por tanto piden los Geometras que se conceda como si estubiese hecho : v.g. de qualquier punto á otro tirar una linea recta.

B

Axió-

Axioma es una sentencia por si manifiesta: v.g. el todo es mayor que su parte. Además de esta hay algunas proposiciones, que proponen una cosa pidiendo su construcción, y se llaman *Problemas*: v.g. desde un punto dado en una línea, levantar una perpendicular á ella; y hay otras que se ocupan en sola la contemplación, y se llaman *Teorèmas*, como quando los Angulos verticalmente opuestos se demuestran iguales. Otras hay que solo sirven para que por ellas se puedan demostrar algunos *Teorèmas*, y *Problemas*, y se dicen *Lemmas*. Otras finalmente se deducen necesariamente de alguna demostrada, y son dichas *Corolarios*.

Escolio es el juicio ó reflexión sobre alguna proposición, con el que, ó se explica, ó se denota con mayor estension su utilidad y uso.

Proposiciones conversas se llaman aquellas, de las que una supone lo que la otra infiere: v.g. si se dice, este Triangulo es Isosceles: luego los Angulos sobre la base son iguales; y mutuamente se podrá decir, este

11

este Triangulo tiene los Angulos sobre la base iguales : luego es Isosceles.

+ Este signo + significa mas : este — menos ; y este = igual.

Los Postulados , y Axiomas necesarios para los libros siguientes es regular que se expresen en este lugar.

POSTULADOS.

1. De un punto á otro tirar una linea recta.
2. Prolongar directamente , y á continuacion una linea recta limitada.
3. De qualquiera punto dado como centro, describir con qualquier intervalo un circulo.

AXIOMAS.

1. El todo es mayor que su parte , é = á todas sus partes juntas.
2. Las cosas = á una misma , son = entre sí: Y por tanto la que fuere mayor , ó menor que una de las = , tambien será mayor , ó menor que la otra.

B 2

3. Si

3. Si á = se añaden = , los todos serán =.

4. Si de = se quitan = los reciduos quedarán =.

5. Si á des= se añaden = , los todos serán des=.

6. Si de des= se quitan = , los residuos quedarán des=.

7. Las cosas que son mitades de una misma , son entre sí = ; y las que son duplas , triplas , quadruplas , &c. de una misma , son entre sí =.

8. Cosas mutuamente congruentes se llaman las magnitudes , que sobrepuestas juntas una á otra de tal modo se ajustan , que los extremos de la una cayendo justamente sobre los extremos de la otra , ni los exceden , ni son excedidos de ellos , como si una linea de un pié se sobrepusiese á otra de un pié , en cuyo caso los puntos extremos de la una caerían sobre los de la otra , haciendo los dos una sola linea.

9. Dos lineas no se inclinan entre si mutuamente , quando la una de ellas no se

in-

inclina mas que la otra á una tercera línea, y asi son paralelas.

LIBRO I.^o

DE LAS LINEAS, Y DE LOS *Angulos.*

DEFINICIONES.

1. **C**antidad se llama todo aquello, por lo qual comparada una cosa con otra del mismo genero se llama igual á ella, ó desigual; y asi comprehende la extension local, el número, el movimiento, y el tiempo; pero los Geometras consideran entre estas cantidades la extension local principalmente por ser facil medir por ella todas las demás.

2. Es pues la extension local, ó cantidad de mole un cierto, y determinado modo de magnitud, ó grandor, es á saber, aquello con que respondemos quando nos preguntan, ¿qué grande es una cosa? Esta cantidad, ó se contempla en quan-

quanto á lo largo , y se llama Linea , ó por lo que mira á lo largo , y á lo ancho , y se nombra superficie , ó respecto de lo largo , ancho , y profundo , y se denomina sólido , ó cuerpo.

3. Los extremos de una Linea se llaman puntos. El punto (segun Euclides) es el que no tiene partes , ó por mejor decir , es una cosa que se concibe , que no tiene partes , aunque las tenga en realidad.

4. Entre las Lineas una es recta , que es la que se extiende igualmente entre sus extremos , como A B fig. 1. lam. 1 : Otras curvas , que se desvian de la direccion derecha , como C D fig. 2. lam. 1 : Igualmente la superficie es ó plana , á quien se puede adaptar una linea recta en todas direcciones , como una mesa de marmol , ó curva , como la superficie de un globo.

5. Si dos , ó mas lineas se encierran en los mismos terminos , la recta es la mas corta , como C B fig. 3. lam. 1. Pero entre las curvas las que contienen otras , son mayores que las contenidas , y asi C E B,
es

es mayor que CDB ; lo que solo se verifica, quando las lineas curvas se tuercen hacia alguna parte; pues si la contenida se dobla ó ladéa en varias direcciones, y hace distintos recodos, entonces puede ser mayor que la que la contiene, como CFB , que es mayor que CAB fig. 3. lam. 1.

6. Si dos líneas en todas sus partes distan igualmente entre si, ó si prolongadas al infinito nunca se inclinan, ni arriman mutuamente, se llaman Paralelas, como AB , y CD fig. 4. lam. 1.

7. Si dos lineas se juntan en un punto, ó se tocan por un punto desviandose, y apartandose en los demás la cantidad de este desvio, y alexamiento se llama Angulo, como BAC fig. 5. lam. 1. Mas, el punto donde se juntan ambas lineas se nombra Vertice, ó la punta del Angulo, como A (idem.) Por eso el Angulo se suele señalar con tres letras, de las quales la de enmedio indica el punto de union, ó el Vertice del Angulo. Se debe advertir, que el grandor del Angulo no se aprecia, ó se

se mide por la longitud de las líneas que lo forman, sino por la distancia que hay entre ellas; pues el Angulo D E F fig. 6. lam. 1. Es mayor que el Angulo G I H fig. 7. lam. 1, bien que aquel se halle hecho, ó resulte de líneas mas cortas, porque si el Angulo G I H está comprendido en el Angulo D E F, las líneas que forman el Angulo D E F distan mas que las que componen el Angulo G I H.

8. Los Angulos que hacen las líneas en la superficie se llaman Superficiales, y si la superficie es plana, se llaman Planos, si esferica, Esfericos; pero de estos no tratamos.

9. El Angulo plano, si se forma de líneas rectas, se llama Rectilineo, como los de las figuras 5 6, y 7. lam. 1. Si se forma de líneas curvas, Curvilíneo, como L M N fig. 8. lam. 1. Si de una recta, y una curva, Misotilíneo, como O P Q fig.

9. lam. 1.

10. Qualquier Angulo ó es recto, ó es obtuso, ó agudo.

11. El Angulo recto es, el que forma
otro

otro igual de la otra parte , si se prolonga uno de sus lados , como el Angulo B E A fig. 10. lam. 1. el qual es recto , porque prolongado el lado B E hasta C forma de la otra parte el Angulo A E C = al primero ; de donde se infiere , que todos los Angulos rectos son = entre si.

12. Quando una Linea recta càe sobre otra , haciendo los Angulos de uno , y otro lado = , la tal recta es perpendicular á la sobre que càe.

13. Los Angulos que tienen un lado comun , y que se forman en ambas partes de este lado , se llaman Deinceps , ó Colaterales , como en la fig. 10. lam. 1. A E B , y B E D , y si se prolonga B E hasta C , como A E hasta D , los Angulos B E A , y D E C se llaman opuestos por el Vertice , ó por la punta.

14. El Angulo obtuso es , el que es mayor que el recto , tal es el Angulo E D B fig. 11. lam. 1.

15. Angulo agudo es , el que es menor que el recto , como el E D C. Por consiguiente los Angulos obtusos unos son

mayores que otros, así como sucede también en los agudos.

16. Si una recta, como OP cae entre dos rectas, forma muchos Angulos como se vé en la fig. 12. lam. 1. Los Angulos A, B, G y H , son externos, los C, D, E y F , internos, no de una misma parte; los Angulos NCE , y CEY alternos, y así de los demás.

TEOREMA PRIMERO.

Una Línea recta que cae sobre otra, ó hace dos Angulos rectos, ó iguales á dos rectos; porque si la Línea ED fig. 11. lam. 1. no se apoya perpendicularmente sobre la BC , concibase una perpendicular AD , entonces ocupando los Angulos EDC agudo, y EDB obtuso el mismo espacio, que los dos rectos ADB , y ADC , y siendo estos correspondientes, serán por la misma razon aquellos iguales á estos, segun el Axioma 8, que es lo que se debe demostrar.

COROLARIOS.

1. Del mismo modo se demostrará, que

que si muchas rectas caen sobre otras en un mismo punto , serán $=$ á dos rectos los Angulos , que forman juntas estas líneas en la misma figura.

2. Dos rectas que se cortan mutuamente , como A E D , B E C fig. 10. lam. 1, forman en el punto de su interseccion quatro Angulos $=$ à quatro rectos.

3. Todos los Angulos formados al rededor de un punto C fig. 13. lam. 1. son $=$ à quatro rectos , porque son quatro rectos divididos en muchas partes.

TEOREMA SEGUNDO.

Si dos rectas se cortan mutuamente , los Angulos opuestos por la punta serán $=$: Esto es , el Angulo B fig. 12. lam. 1. es $=$ à el Angulo C. Para demostrarlo juntense ambos Angulos con el Angulo A ; y pues el Angulo B , y el Angulo A juntos son $=$ à dos rectos , segun el Teorèma 1, y por el mismo los Angulos C , y A tambien $=$ à dos rectos : luego quitando el Angulo A comun , quedarán los Angulos

C 2

B

B, y C opuestos por la punta $=$, segun el Axioma 4.

TEOREMA TERCERO.

Si una recta corta dos rectas paralelas, el Angulo externo es $=$ al interno opuesto del mismo lado: porque juntas las paralelas L N, é Y M fig. 12. lam. 1. Si se les inclina igualmente la Linea O P hacia las mismas partes, segun la Definicion 6, y el Axioma 9: Luego los Angulos B y F A y E, que se forman por la inclinacion de la Linea O P sobre la L N, ó Y M son iguales.

TEOREMA CUARTO.

Si una recta corta dos rectas paralelas, los Angulos alternos son $=$ entre si, porque el Angulo B es $=$ al Angulo C su opuesto por la punta, Teorèma 2, y el Angulo B es $=$ al Angulo F su interno opuesto del mismo lado, Teorema 3. Luego el Angulo C es $=$ al Angulo F su alterno, segun el Axioma 2. TE-

TEOREMA QUINTO.

Si una recta corta dos rectas paralelas, los Angulos internos de una misma parte son $=$ à dos rectos : porque los Angulos alternos C y F son $=$ entre si, Teorèma 4. Pero los Angulos C y D deinceps son $=$ à dos rectos, Teorèma 1. Luego los Angulos D y F son $=$ à dos rectos.

SCOLIO.

Las mismas conversiones se verifican en los tres precedentes Teorèmas, si las dos lineas L N, è Y M hacen con una tercera O P los Angulos B y F externo, è interno opuestos del mismo lado $=$, y se inclinan igualmente á la Linea O P, porque será paralela segun el Axîoma 9. Asimismo si los Angulos alternos C, y F son $=$ se sigue que las lineas L N, è Y M son paralelas, porque siendo los Angulos B y C opuestos por la punta $=$, y siendo el Angulo C $=$ al Angulo F, tambien el Angulo externo B será $=$ al Angulo F, que es

SU

su interno ; y así segun la demostracion antecedente las lineas LN , é YM serán paralelas.

Finalmente , si los Angulos D y F internos de un mismo lado son $=$ à dos rectos , serán paralelas las lineas LN , é YM ; pues los Angulos B y D deinceps son $=$ à dos rectos , Teorèma 1. Mas los Angulos D y F internos de un mismo lado son $=$ entre si : Luego segun la demostracion las lineas LN , é YM son paralelas , que era lo que se habia de demostrar.

LIBRO II.^o

DE LOS TRIANGULOS , QUADRI-
lateros , Pentagonos , Hexâgonos , y
demás Póligonos.

DEFINICIONES.

1. **L**A figura es un espacio cerrado por todas partes ; y así el Angulo no es figura , pues no está cerrado por

por todas partes , por lo mismo dos líneas rectas no hacen una figura , pues no encierran espacio , y para esto se necesitan à lo menos tres líneas.

2. Entre las figuras unas son planas , otras sólidas ; de estas hablaremos despues.

3. Las figuras planas son aquellas , que están contenidas por líneas trasadas sobre alguna superficie , y se dividen en rectilíneas , curvilíneas , y mixtilíneas , segun la naturaleza de las líneas que las forman.

4. Las líneas con que se termina una figura , tomadas juntamente , se llaman su circunferencia , circuito , ó perimetro ; y asi las figuras que tienen igual ambito , ó rodeo , se llaman ipsoperimétricas.

5. De todas las figuras curvilíneas , y mixtilíneas consideran los Geometras generalmente por mas simple al círculo , ó à una porcion de él , como se verá en el libro tercero.

6. Entre las figuras rectilíneas es la mas simple el Triangulo , pues se contiene solo de tres líneas , que forman otros tantos Angulos.

7. El Triangulo se divide segun sus Angulos en Rectangulos , quando tiene un Angulo recto , como CAB fig. 14. lam. 1. En obtusangulo , ó ambligonio , quando tiene un Angulo obtuso , como DEF fig. 15 , y en acutangulo , ú oxígonio , quando tiene tres Angulos agudos , como GHY , KNM fig. 16 y 17. lam. 1.

8. El Triangulo se divide segun sus lados en Escaleno , quando los tres lados son desiguales , como CAB fig. 14 : En isosceles , quando tiene dos lados iguales , como DEF fig. 15. lam. 1 : y en equilatero , quando todos sus lados son iguales , como GHY fig. 16.

9. De los tres lados del Triangulo los dos se llaman brazos , ó lados , y el otro base , ó hipótenusa , y regularmente siempre se llama base en los rectangulos el lado opuesto al Angulo recto , en los obtusangulos el opuesto al Angulo obtuso , y en los acutangulos si es equilatero , qualquiera , si isosceles el lado desigual.

10. La figura quadrilatera es la que está contenida de quatro lineas rectas , y tie-

tiene quatro Angulos, y si aquéllas son desiguales, se llama Trapecio.

11. El quadrilatero, si tiene los lados opuestos paralelos, se llama Paralelogramo, como A B C D fig. 18. lam. 1.

12. Si el paralelogramo tiene los quatro Angulos rectos, se llama Rectangulo, como Y K L M fig. 20. lam. 1.

13. Si el rectangulo tiene dos lados iguales, se llama Quadrilongo: Si los quatro son iguales, se llama Quadrado, como las fig. 20 y 21. lam. 1.

14. Si los quatro Angulos del paralelogramo no son rectos, ó tiene solo dos lados iguales, y se llama Romboydes, como A B C D fig. 18. lam. 1, ó tiene los quatro lados iguales, y se llama Rombo, como G H Y K fig. 22. lam. 1.

15. Finalmente el paralelogramo se señala con quatro letras correspondientes á los quatro Angulos, como A B C D fig. 23. lam. 1, y algunas veces con solas dos en los Angulos opuestos. La Linea diagonal, ó diametro es la que se tira de un Angulo à su opuesto en los Paralelogramos.

D

Si

16. Si por un punto Y tomado en la diagonal BC fig. 23. lam. 1. se hacen pasar dos rectas EF , y GH paralelas à los dos lados, se dividirá el Paralelogramo en quatro, de los quales los dos EG , y HF se llaman Paralelogramos circa diametrum, y los dos AY , y YD se dicen complementos.

17. Si una figura tiene mas de quatro lados, y quatro Angulos, se llama Póligono, si tiene seis Hexagono, si siete Hectagono, &c.

TEOREMA PRIMERO.

En todo Triangulo, prolongado uno de sus lados, el Angulo externo es $=$ à los dos internos opuestos, y los tres Angulos del Triangulo $=$ à dos rectos; sea el Triangulo ABC fig. 24. lam. 1. cuyo lado BC se prolongue hasta D , digo primeramente que el Angulo externo ACD es $=$ à los dos internos opuestos, y en segundo lugar, que los tres Angulos en A , en B , y en C son $=$ à dos rectos.

DE-

DEMUESTRASE LA 1. PARTE.

Tirèse una Linea $C E$ paralela á $B A$, y entonces la recta $A C$ caerá sobre las paralelas $A B$, y $C E$, y así los Angulos en A , y en C alternos serán = Teorèma 4. lib. 1. A mas de eso la recta $B C$ caerá sobre las paralelas $B A$, y $C E$, y así los Angulos B , y C interno, y externo serán = Teorèma 3. libro 1. Luego los dos Angulos A , y B son = á los dos $A C E$, y $E C D$, y por consiguiente al total $A C D$.

DEMUESTRASE LA 2. PARTE.

Los dos Angulos A , y B son = al Angulo $A C D$, con que añadiendo el Angulo comun $A C B$ los tres Angulos A , y B , y $A C B$ son = á los dos $A C B$, y $A C D$ segun el Axíoma 3. Es así que $A C D$, y $A C B$ deinceps son = á dos rectos, segun el Teorèma 1. del lib. 1. Luego los tres Angulos A , y B , y $A C B$ son = á dos rectos, segun el Axíoma 2.

ADVERTENCIA.

Se dice, que Pitagoras es el Autor de esta bellissima proposicion, que es la 32. del lib. 1. de los Elementos de Euclides, como lo es tambien de la 47. segun se dice en su lugar: Pero por ser casi continuo el uso de esta proposicion en la Geometria, y por este motivo tenerse siempre presente, será bueno explicarla de otro modo mas facil.

Supongase el Triangulo $A B C$ fig. 25. lam. 1. Digo lo primero, que los tres Angulos A , C , y B son $=$ á dos rectos; tirese por el punto A la $E F$ paralela á la $C B$, y entonces los tres Angulos en A son $=$ á dos rectos, Corolario 1. Teorèma 1. lib. 1. Pero el Angulo $E A C$ es $=$ al C , y el $F A B$ $=$ al B por ser alternos, Teorèma 4. lib. 1. Luego del mismo modo los Angulos C , y B juntos con el A son $=$ á dos rectos, Axioma 3. Digo en segundo lugar, que el Angulo externo $D B A$ es $=$ á los dos internos A , y C , que le son opuestos, porque el Angulo externo $D B A$, y el in-

ter-

terno B son $=$ á dos rectos , Teorèma n. libro 1. pero los tres Angulos A, C, y B, quedan demostrados $=$ á dos rectos : Luego quitando de ambos el Angulo A B C comun , quedarán , segun el Axíoma 3. los Angulos en A, y en C $=$ al Angulo externo D B A.

COROLARIOS.

1. Los tres Angulos de un Triangulo juntos son $=$ á los tres Angulos de otro Triangulo juntos , pues son $=$ á dos rectos.

2. Todo Triangulo tiene necesariamente dos Angulos agudos ; pues si solo tubiera uno agudo , á lo menos los otros dos serian rectos , lo que no puede ser , pues entonces los tres Angulos serian mas que dos rectos , que es contra lo demostrado.

3. Siempre que dos Angulos de un Triangulo , ó separados , ó juntos sean $=$ á otros dos de otro Triangulo , ó juntos , ó separados , tambien el tercer Angulo de un Triangulo será $=$ al tercero del otro.

TEOREMA SEGUNDO.

En todo Triangulo el mayor Angulo se

opone al mayor lado.

opone al mayor lado , y vice versa , esto es , el Angulo E fig. 15. lam. 1 , que se opone al mayor lado D F , es mayor que el Angulo D , ó que el Angulo F , porque la magnitud del Angulo resulta de la mayor divergencia , ó apartamiento de las lineas que lo encierran ; y siendo este mayor , quanto mayor es el lado que comprehenden , claro está , que el Angulo E opuesto al mayor lado , es mayor que qualquiera de los otros dos D , ó F : asimismo el mayor lado se opone al mayor Angulo por la misma razon.

COROLARIOS.

1. En el Triangulo equilatero G Y H fig. 16. lam. 1 , los tres Angulos son = entre si , porque se oponen á lados = , y por tanto son todos agudos , pues no pueden ser todos rectos , ú obtusos , segun el Corolario 2. del Teorèma 1. de este libro 2.

2. En el Triangulo isosceles K N M fig. 17. lam. 1. los Angulos K y N son = , porque se oponen á = lados. La

3. La línea perpendicular AB fig. 26. es la mas corta de todas las líneas, que se pueden tirar desde el punto A á la recta BC , pues siendo recto el Angulo B es necesario, segun el Corolario 2. Teorèma 1. de este libro, que el Angulo ACB sea agudo: Luego AB es menor que qualquiera otra línea AC segun el presente Teorèma.

4. Desde un solo punto no se puede tirar mas que una perpendicular sobre una línea recta: Esto consta del Corolario antecedente.

TEOREMA TERCERO.

Si dos Triangulos tienen dos lados del uno $=$ á dos del otro, y los Angulos comprehendidos de estos dos lados $=$, las bases serán $=$, y tambien los demás Angulos; porque si suponemos, que el Triangulo DEF fig. 28. se aplica sobre el Triangulo ABC fig. 27. El Angulo E se adaptará al Angulo A , que le es $=$, y los dos lados ED , y EF concurrirán con los dos $= AB$, y AC , de modo que los tres

tres puntos D E F caerán sobre los tres puntos B A C : Luego toda la base D F caerá sobre toda la base B C , mas tambien los Angulos D, y F, caerán sobre los B, y C, y por ultimo entrambos Triangulos se corresponden mutuamente , con que todos serán $=$, segun el Axíoma 8.

COROLARIOS.

Del mismo modo que dos Triangulos , que tienen dos lados , y un Angulo del uno $=$ á dos lados , y un Angulo del otro , son todos $=$, se demuestra que dos Triangulos , que tienen dos Angulos del uno $=$ á dos Angulos del otro , y un lado á un lado , serán todos $=$.

TEOREMA CUARTO.

En todo Triangulo los dos lados juntos son mayores que el tercero. Esta proposicion la mira Archimedes como un Axíoma , porque como se dixo en la Definicion 5. del libro 1 ; la linea recta es la
mas

mas corta , que se tira de un punto à otro; y así considerando uno de los lados del Triangulo como una recta , y que de sus puntos extremos salen los otros dos lados , como haciendo una linea desviandose para formar el tercer Angulo ; de haí se sigue , que esta línea formada por los dos lados , no siendo recta , no puede ser tan corta como la otra , ni ser la mas breve distancia entre los dos puntos , y por consiguiente el otro lado es menor que estos otros dos.

TEOREMA QUINTO.

En los Paralelogramos los lados , y Angulos opuestos son $=$ entre si , y la Diagonal corta el paralelogramo en dos partes $=$. Sea el paralelogramo A B C D fig. 23. lam. 1 , y tirese la Diagonal C B. Digo , que los lados A B y C D , y A C y B D opuestos son $=$, como tambien los Angulos A y D , y los otros B y C tambien opuestos son $=$, y que los Triangulos A B C y C B D son $=$ entre si , porque por ser paralelos los quatro lados del

E

Pa-

Paralelogramo, y juntarlas la recta CB , los Angulos alternos ABC y BCD , Teor. 4, lib. 1. son $=$ tambien los alternos CBD y ACB . A mas de esto, el lado CB es comun á entrambos Triangulos; luego los dos Triangulos ABC y CBD tienen los dos Angulos del uno $=$ á los dos Angulos del otro, y un lado $=$ á un lado; y por consiguiente por el Corolario del Teorèma 3 de este libro, todos los Triangulos son $=$, y el lado BD del uno $=$ al AC del otro, y el AB del uno al CD del otro, y los espacios contenidos $=$, pero los dos Triangulos son las mitades del Paralelogramo: Luego una recta Diagonal corta el Paralelogramo en dos partes $=$.

COROLARIOS.

1. Los complementos AY , YD fig. 23. lam. 1. son $=$ entre si, pues los dos Triangulos mayores CBA , y CBD son $=$, segun el Teorèma presente; con que si se quitan de ellos los Triangulos $=$, por la misma razon, YBH , YBF , y los
 otros

otros dos $CY E$, $CY G$, los espacios restantes $A Y$, $Y D$, que son los complementos del Paralelogramo, serán $=$.

2. Las líneas $A C$, $B D$, igualmente inclinadas á las paralelas $A B$, $C D$ fig. 18. lam. 1. son $=$, y lo mismo se verifica de las líneas $Y L$, $K M$ fig. 20. lam. 1, que están entre las paralelas $Y K$, $L M$, y que les son perpendiculares, supuesto que en ambas figuras se forma un Paralelogramo, en que, segun el Teorèma presente, los lados opuestos son $=$.

TEOREMA SEXTO.

Los Paralelogramos puestos sobre una misma base, y entre unas mismas paralelas son $=$ entre si. Suponganse los Paralelogramos $A E$ y $A D$ fig. 30. lam. 1. sobre la misma base $A B$, y entre las mismas paralelas $A B$, y $C D$. Digo, que son $=$, porque en los Triangulos $A C F$, y $B E D$, el lado $A C$ es $=$ al lado $B E$. Teorèma 5. Las $F D$, y $C E =$ á la $A B$, Teorèma 5. Si se les añade á entrambas la parte comun $E F$, todo el lado $C F$, será

$E 2$

$=$

= al lado ED en dichos Triangulos , segun el Axioma 3. Pero por ser paralelas AC , y BE , los Angulos ACF , BED interno , y externo son = : Luego (Teorèma 3.) los Triangulos ACF , BED , son = , y si quitamos de ambos la parte comun EOF , y añadimos la parte comun AOB , serán = los Paralelogramos CB , y AD .

COROLARIOS.

1. La misma demostracion se puede facilmente aplicar á los Paralelogramos formados sobre = bases , y entre las mismas paralelas.

2. Igualmente son = los Triangulos formados sobre una misma base , ó sobre = bases entre unas mismas paralelas ; pues el Triangulo ACB fig. 31 , es la mitad del Paralelogramo $ACEB$, asi como el Triangulo AFB es la mitad del Paralelogramo $ABDF$ Teorèma 5. + Estos Paralelogramos , AD , AE son = segun el Teorèma presente : Luego tambien los Triangulos son = , segun el Axioma 7.

TEO-

TEOREMA SEPTIMO.

Todo Pólígono se puede dividir en otros tantos Triangulos , quantos lados tiene ; porque si dentro del Octagono B C D E F G H Y fig. 29. lam. 1. se toma el punto A, desde el qual se conciban tiradas á cada Angulo las lineas A B , A C , A D , &c. Es claro , que habrá otros tantos Triangulos , como lados tiene el Pólígono.

COROLARIO.

Todos los Angulos juntos de qualquiera figura rectilínea regular igualan dos veces á otros tantos Angulos rectos , quitados quatro , quantos lados tiene la figura : Desde el punto A dentro de la misma figura, tirense á todos sus Angulos las rectas A B, A C , &c. y habrá tantos Triangulos como tiene lados ; y puesto que los Angulos de cada Triangulo son $=$ á dos rectos , Teorema 1. Los Angulos de todos juntos equivaldrán á dos veces tantos rectos , quantos son los lados del Pólígono : + Los Angulos
for-

formados cerca del punto A son $\equiv$ à quatro rectos, Corolario 3. Teorèma 1. del lib. 1: Luego quitados estos de los otros, los Angulos formados en la circunferencia de la figura igualarán otras tantas veces á dos rectos, quitados quatro, quantos fueren los lados de la figura. Y asi si se antoja conocer, á quantos Angulos rectos equivalen los Angulos de qualquier figura rectilinea regular, doblese el numero de los lados, y quitando quatro del producto, que es el valor de los quatro rectos del centro de la figura, quedará el residuo el numero de los Angulos rectos, que componen todos los Angulos que forman la circunferencia de la figura: Por tanto una figura de 1000. lados, tiene 1000. Angulos $\equiv$ á 1996. rectos.

LIBRO III.^o

D E L C I R C U L O.

DEFINICIONES.

1. **E**L Circulo es una figura plana, contenida de tal modo por una cur-

curva, que todas las lineas tiradas desde un punto, que está dentro de la figura, á la linea, son =. Se manifiesta esta Definicion del modo usado de describir el Circulo por medio del compás, cuyo instrumento dicen conoció el primero Perdix, sobrino de Dedalo, pues como refiere Ovidio, libro 8. metamorfoseos (en el circulo) verso 247.

... Primus hic ex uno duo brachia ferrea nodo
vinxit, ut æquali spatio distantibus illis
altera pars staret, pars altera duceret orbem.

El Circulo por tanto no es solo la linea, que hace el ruedo á quien llamamos circunferencia, sino tambien el espacio encerrado en ella.

2. La circunferencia, ó la periferie es una linea, que termina el Circulo, la que se divide por los Matematicos en 360 partes, á las quales suelen llamar grados; y asi la semicircunferencia se divide en 180 grados; el quarto de Circulo en 90; cada grado se divide en 60 minutos; cada minuto en 60 segundos, &c. Escogieron
sup. los

los Matematicos estas divisiones , por ser muy acomodadas para subdividirse sin quebrado alguno.

3. El centro del Circulo es un punto, desde el qual todas las lineas tiradas á la circunferencia son = como el punto A fig. 32.

4. El Diametro del Circulo es una recta , que pasa por el centro , y divide el Circulo en dos partes = , ó semicirculos ; como la linea B C fig. 32.

5. El Radio , ó semidiametro es una linea , que partiendo del centro toca á la circunferencia ; como A F , A E en la misma figura.

6. El Semicirculo es una figura contenida del Diametro , y de la semicircunferencia , como B G E C fig. 32.

7. La cuerda , ó subtensa es qualquiera recta tirada dentro del Circulo , y que por ambos extremos termina en la circunferencia ; como la recta D E en la misma fig.

8. El Arco es la parte de la circunferencia subtendida por la cuerda, como D C E , ó D B E fig. 32. Es menester observar, que

que un arco qualquiera es la medida del Angulo comprehendido en el centro del Circulo , tirando dos radios á las extremidades del arco ; y asi el arco D C E es la medida del Angulo D A E en la misma figura. Siendo pues cierto que en el centro del Circulo se pueden formar quatro Angulos rectos (Teorèma 1. lib. 1 , y sus Corolarios) los quales dividen la circunferencia de 360 grados en quatro arcos de 90 ; es necesario que cada Angulo recto sea de 90 grados , como B A F , F A C de la misma figura ; por tanto , como lo hemos observado en la Definicion 11. lib. 1. Todos los Angulos rectos son = entre si , pues son todos de 90 grados : En consecuencia de esto , los Angulos obtusos contienen mas de 90 grados , como G A D id. y estos mismos pueden ser unos mayores que otros : Pero los Angulos agudos contienen menos de 90 grados , y no son siempre = entre si , como G A E , E A C , D A F , &c. fig. 32 ; pero siempre que muchos Angulos contienen otros tantos grados de circunferencia , son = entre si.

9. La recta, que toca al Circulo, ó su tangente es aquella, que teniendo un punto comun en la circunferencia, no corta al Circulo, aunque se prolongue; semejante es la linea EF , que toca al Circulo en el punto B , y se llama Tangente del arco BC , ó del Angulo BDC , á quien mide este arco, fig. 33. lam. 1.

10. Secante es la recta, que saliendo del centro pasa por el extremo de un arco, y se termina en la tangente del mismo arco; por lo qual AD , es secante del arco GC fig. 1. lam. 2.

11. Seno recto, ó total es el seno del Quadrante, ó Angulo de 90 grados, que es el mismo radio; como la recta BA perpendicular al diametro MC en el centro A , es seno del Quadrante BC , ó Angulo recto BAC , llamase seno máximo: Seno segundo, ó de complemento es el seno primero de su diferencia al Quadrante, ó por defecto, ó por exceso, como si el arco es GC , su diferencia al Quadrante es GB , y su seno primero GH es seno segundo, ó de complemento del arco GC .

Seno

Seno verso , ó sagita es la porcion del diametro comprehendida entre el seno primero de un arco , y el mismo arco , y asi FC es seno verso del arco CG .

12. Segmento del Circulo , es una figura contenida de una linea recta , y de una parte de la circunferencia , como la figura contenida de la recta AB , y de la circunferencia ACB fig. 2. lam. 2.

13. Angulo del Segmento es el que está comprehendido de una recta , y de la circunferencia , como el Angulo CAE fig. 2.

14. Angulo en el Segmento es el contenido de dos rectas , tiradas de qualquier punto de la circunferencia á las extremidades de la recta , que es base de dicho segmento , como el Angulo ABC . Pero quando las tales rectas , que comprehenden dicho Angulo , tienen por base alguna circunferencia , el tal Angulo insiste sobre la tal circunferencia , como el Angulo ABC insiste sobre la circunferencia AEC .

15. Sector de un Circulo es el espacio comprehendido de una parte de la cir-

cunferencia, y de dos rectas tiradas desde la circunferencia á concurrir en Angulo en el centro, como el espacio $A D C E$ fig. 2. lam. 2.

16. Semejantes Segmentos de Circulo son los que contienen $=$ Angulos, ó en quienes los Angulos son $=$, como en los Segmentos $A B C$, $D E F$. Si los Angulos B , y E son $=$, los Segmentos serán semejantes. Fig. 3. lam. 2.

TEOREMA PRIMERO.

Si en un Circulo una recta tirada por el centro corta por medio á otra recta no tirada por el centro, hará con ella Angulos rectos, y si hace Angulos rectos, la corta por medio. Sea el circulo $B C D E$ fig. 4. lam. 2, y en él la $C E$ corte por medio la $B D$, y tiradas las rectas $B A$, $A D$ el Triangulo $B A D$ es isosceles, por ser los lados $B A$, $A D =$; y así los Angulos en B , y en D sobre la base $=$: Luego los Triangulos $B A F$, y $F A D$ tienen los Angulos $B F A$, y $A F D =$ rectos, por suposicion, y tambien los lados $B A$, $A D$
 $=$,

$=$, y los Angulos en B, y en D $=$ por lo dicho: Luego, segun el Teorèma 3 del libro 2, y sus Corolarios, son enteramente $=$, y el lado B F $=$ al F D, y siendo estos $=$ los Angulos en F son rectos por ser $=$, y deinceps á una recta, que cæe sobre otra. Definicion 11. lib. 1.

COROLARIOS.

De la misma manera se demuestra, que una recta que corta perpendicularmente, y en dos partes $=$ una cuerda, es el diametro del Circulo, y pasa por el centro, y que la recta que pasa por el centro, y divide la cuerda en dos partes $=$, le es perpendicular: Las rectas fuera del centro no se cortan mutuamente en dos partes $=$.

TEOREMA SEGUNDO.

Si por el extremo termino del diametro en B se tira DB fig. 5. lam. 2. perpendicular al diametro, tocará al Circulo en este solo punto B, pues qualquiera otro punto de esta perpendicular, como v. gr.
D

D estará fuera del Circulo ; pues si se concibe la linea AD tirada desde el centro al punto D en el Triangulo rectangulo , el Angulo ABD será el mayor , y asi se le opondrá el lado mayor , que será mayor que el radio AB , y por consiguiente el punto D caerá fuera del Circulo.

COROLARIOS.

Ninguna recta se puede tirar entre la tangente , y la circunferencia , por el punto del contacto B en la misma figura , sin que corte el Circulo: Sea por exemplo BC siendo recto el Angulo ABD , será agudo el Angulo ABC con que la perpendicular , que se tire sobre ella , como AD será menor que el radio AB , que se opone al Angulo recto , con que el punto D cae dentro del Circulo , lo que no puede ser : Luego , &c.

TEOREMA TERCERO.

El Angulo que se forma en el centro del Circulo , es doble del Angulo formado en la circunferencia , si ambos se apoyan

sobre $\equiv$ arcos: Tres casos pueden considerarse en esta proposicion: El 1. quando el Angulo formado en la circunferencia cae sobre un lado del Angulo formado en el centro, como $A B C$, y $A D C$ fig. 6. lam 2. El 2. quando los lados del Angulo en la circunferencia incluyen el Angulo en el centro, como $A B C$, $A D C$ fig. 7. 3. quando los lados del Angulo en la circunferencia, y los del centro se entre-cortan, como $A D C$, y $A B C$ fig. 8.

En el primer caso el Angulo $A B C$ del centro es doble del Angulo $A D C$ en la circunferencia, porque respecto del Triangulo $C D B$, el $A B C$ es externo, $\hat{=}$ a los dos internos, en D , y en C . Teorema 1. lib. 2; pero estos Angulos son $\hat{=}$, por opuestos a $\hat{=}$ lados radios del Círculo: Luego el Angulo $A B C$ en el centro es doble del Angulo $A D C$ en la circunferencia.

Del mismo modo en el segundo caso, fig. 7. El Angulo $A B C$ es doble del $A D C$, pues si tiramos la linea $D B E$, que pase por el centro B el Angulo $A B E$

es

es doble del $\angle ADE$, y el $\angle EBC$ doble del $\angle EDC$ segun la demostracion antecedente: Luego todo el $\angle ABC$ es doble de todo el $\angle ADC$ Axíoma 7.

Por ultimo en el tercer caso fig. 8. el $\angle ABC$ es doble del $\angle ADC$; pues tirando la linea DBE , todo el $\angle CBE$ es doble de todo el $\angle CDE$, y quitando los $\angle ABE$ y $\angle ADE$, segun lo demostrado, doble el uno del otro, quedan los otros dos dobles uno de otro. Axíoma 7.

SCOLIO.

Diximos en la Definicion 8, que la medida del $\angle$ formado en el centro era el arco contenido entre los dos radios, y de lo dicho se infiere, que la medida del $\angle$ formado en la circunferencia será la mitad de dicho arco.

COROLARIOS.

1. Los $\angle$ s formados en el mismo
Seg-

Segmento son $=$ entre si, porque unos y otros son mitades del que se forma en el centro, como los Angulos $A D C$, $A E C$, $A F C$ son $=$ entre si, porque todos son mitades del Angulo $A B C$ fig. 9.

2. Los Angulos formados en el semicirculo son rectos, porque su medida es la quarta parte del Circulo, ó la mitad de su circunferencia en quien se apoyan.

3. Por la misma razon el Angulo formado en el Segmento menor será obtuso, y el formado en el Segmento mayor agudo, porque apoyan sobre des $=$ Arcos, ó porciones de circunferencia.

4. Los Angulos opuestos de los Quadrilateros inscriptos en un Circulo son $=$ á dos rectos, porque los arcos sobre que apoyan, es la semicircunferencia, que es $=$ á dos Angulos rectos.

TEOREMA CUARTO.

El Angulo, que se hace por la tangente del Circulo, y una cuerda tirada en el punto del contacto, es $=$ al Angulo formado en el Segmento alterno. Tirèse la tan-

G

gen

gente $F A G$ fig. 10. lam. 2, y la cuerda $A D$. Digo que el Angulo $F A D$ es $=$ al $A C D$ en el Segmento alterno, y que el $G A D$ es $=$ al $A Y D$, tambien en el Segmento alterno, tirado el Diametro $A B$, el Angulo $F A B$ es recto, Teorèma 2. lib. 3; pero el Angulo $A D B$ en el semicirculo es tambien recto; luego en el Triangulo rectangulo $A D B$, los Angulos en A , y en B son $=$ á un recto. Tambien lo son los Angulos $F A D$, y $D A B$: Luego quitando el Angulo $D A B$ comun, quedan $=$ los Angulos $F A D$, y $A B D$; pero el $A B D$, y el $A C D$ son $=$ por estar en un mismo Segmento, luego los Angulos $F A D$, y $A C D$ son $=$. Axîoma 2. aquel formado por la tangente y la cuerda, y este en el Segmento alterno.

Tambien los Angulos $G A D$, y $A Y D$ son $=$, porque en el Quadrilatero $A Y D C$, los Angulos opuestos Y y C son $=$ á dos rectos. Corolario 4. Teorèma 3. lib. 3. Tambien los $G A D$, y $F A D$ son $=$ á dos rectos, y asi quitando los $A C D$, y $F A D$ demostrados $=$, quedan los residuos $G A D$, y $A Y D =$. LI-

LIBRO IV.^o

DE LOS SOLIDOS.

DEFINICIONES.

1. **L**lamase Sólido, ó cuerpo, lo que tiene longitud, latitud, y profundidad.

2. El extremo, ó lo ultimo del Sólido es la superficie; lo ultimo de la superficie es la linea; y lo ultimo de ésta es el punto.

3. Asi como el Angulo plano se forma de lineas rectas, tiradas en una superficie plana; asi tambien el Angulo Sólido se hace de muchos Angulos planos, y que no están en un mismo plano.

4. El Angulo Sólido rectilineo es aquel, que se encierra en mas de dos Angulos planos, como BOA , COA , BOC fig. 11: lam. 2, los que no existen en un mismo plano, si solo se terminan en un punto O .

5. El Prisma es una figura Sólida com-

prehendida por planos , de quienes los dos opuestos A B C , D E F fig. 12. lam. 2 , son paralelos iguales y semejantes , y los restantes paralelogramos.

6. El Paralelepipedo es un Sólido comprendido entre seis paralelogramos opuestamente paralelos , como K O L P , G H I M fig. 13. lam. 2 , por lo que todo Paralelepipedo es realmente un Prisma , mas no á el contrario.

7. Si seis planos opuestamente paralelos son quadrados , el Sólido comprendido en ellos será un Cubo fig. 14. lam. 2 , y asi todo Cubo es Paralelepipedo , mas no á el contrario.

Hasta ahora no se hà formado geometricamente un Cubo doble de otro , ó por mejor decir , todavia ninguno hà encontrado la duplicacion del Cubo por método geometrico : Esto es , con sola la regla , y el compás. En esto consistia la dificultad , con que se hallaban angustiados los de Delos , habiendoles prometido el Oraculo , que verian el fin de sus miserias , y calamidades , si duplicaban el Ara cúbica , que ha-
bia

bia en Delos , pues ellos ignorando la proporcion doblaban cada lado del Cubo , y en lugar de hacerlo duplo lo hacian octuplo ; como si alguno junta con un dado de jugar , que se supone cúbico , otro igual , hará un Paralelepipedo , cuya longitud será dupla de la altura , y de la anchura. Si se añaden otros dos dados à los primeros , de modo que entre los quatro juntos formen un quadrado , resultará un Paralelepipedo , cuya longitud igualará la latitud ; pero ambos tendrán doble la altura. Finalmente si se sobreponen otros quatro dados á los primeros , se hará una figura cúbica octupla del primer dado , porque cada lado de esta figura , será duplo de cada uno de los lados del primer dado.

En estas angustias , como entre otros, refiere Plutarcho en su libro *de Genio Socratis* : se embiaron algunos desde Delos à Platon , que por entonces navegaba cerca de Caria , para saber de él , como doctisimo en la Geometria , la explicacion de lo que el Oraculo proponia. Respondióles que se burlaba de ellos el Dios , porque descui-
da-

daban el instruirse, y les reprehendió su ignorancia, mandandoles que se aplicasen seriamente á la Geometria. Añadioles, que solo habia un modo de duplicar el Cubo, y este era, que dadas dos líneas se hallasen otras dos, que se les entrepusiesen con una proporcion continua. Mas la invencion geometrica de estas dos líneas proporcionales entre dos dadas: Esto es, hallarlas con sola la ayuda de la regla, y el compás, no se hà descubierto aún, bien que no dexa de haber una solucion mecanica de este Problema, como lo diremos en el Problema 5 del libro 6.

8. La Piramide $A B C F O$ fig. 15. lam. 2, es un Sólido comprehendido entre muchos Triangulos, $A O B$, $A O C$, &c. ó $F O C$, $F O B$, &c. cuyas bases están en el mismo plano, y cuyo vertice es comun.

El plano, pues, $A B C F$ se llama base de la Piramide, y puede ser, ó un Triangulo, ó un Quadrangulo, ó qualquiera otra figura, de cada lado de la qual se levanten Triangulos hacia un punto O , que se llama Vertice, de donde tirada la perpen-

pendicular OY mide la altura de la Piramide.

9. Si fuera del plano de un círculo CF fig. 16. lam. 2. se toma el punto O desde el qual se tira la recta indefinida OF , que toca á el Círculo en F , y que quedando fixo el punto O dé vueltas al rededor de la periferie del Círculo hasta volver á el lugar OF , donde comenzó á moverse, la superficie descripta por la recta OF será cónica, y el cuerpo contenido baxo de esta superficie, y círculo se llama Cono. El Vértice del Cono es O , la base el Círculo CF , el exe del Cono es la recta OY tirada desde el Vértice á la base en el centro de ella; el lado del Cono es la recta OF tirada desde el Vértice á la circunferencia de la base; y la altura perpendicular del Cono, es la recta OY .

Nota: Que el Cono se puede cortar en cinco modos: 1. Con un plano por el Vértice AGB fig. 17. lam. 2, y resulta el Triangulo AGB : 2. Con un plano paralelo á la base, y se forma un Círculo-

culo: 3. Con un plano $F S F$ paralelo à el lado del Cono $A G$, y esta seccion se llama Parabola: 4. Con un plano $K L R$, que de tal modo se encuentra con los lados del Cono, que ni es paralelo à ellos ni à la base, y se hace una Elipse. 5. Con un plano $E Q D$, que prolongado hasta V se encuentra con el otro Cono $V G X$ opuesto por el Vertice, y dá la Híperbola. Mas, quando los Geometras hablan de Secciones Conicas, se entienden solamente las tres ultimas; esto es, la Elipse, Parabola, è Híperbola.

10. Sí una linea recta indefinida $B C$ fig. 18. lam. 2, dá vueltas al rededor de dos circulos iguales, y paralelos $B B$, $C C$ hasta volver à el sitio donde comenzó á moverse, de manera que mientras se mueve, siempre esté paralela à si misma, la superficie descrita por la recta $B C$, se llama Cilindrica, y el cuerpo contenido baxo de esta superficie, y ambos Circulos se nombra Cilindro. Las bases del Cilindro, son los dichos Circulos, el exe del Cilindro, es la recta $O Y$, que une los centros de las

las bases , la altura perpendicular del un Cilindro , es la recta OY , el lado del Cilindro es la recta BC , que puesta en la superficie del Cilindro toca entrambas bases.

II. La Esfera es un Sólido comprendido baxo de una superficie , à la qual todas las rectas tiradas desde cierto punto son iguales : Aquel punto C , se llama el centro , fig. 19. lam. 2. El Diametro de la Esfera , es la recta OY tirada por el centro , y prolongada de ambas partes hasta la superficie , cuya media parte CO se llama Semidiametro , ó Radio.

Si un Globo , ó uno de sus círculos máximos AEB fig. 20. lam. 2. se mueve de tal modo sobre una recta DF , que su centro C con un movimiento uniforme describa la línea CH ; entonces el punto A se moverá de tal modo con un movimiento compuesto de recto , y circular , que describirá la curva $A d d d d F$, que se llama Cicloydes , la qual es de mucho uso en los relojes de oscilacion , para que sean iguales los movimientos de los pendulos.

H

Se

12. Se llaman cuerpos regulares , los que se contienen entre planos iguales , equiláteros , y equiángulos , y son cinco : El Tetrahedro se encierra en quatro Triangulos iguales equiláteros , y se llama tambien Piramide equilátera : El Cubo en seis quadrados iguales : El Octahedro en ocho Triangulos iguales , y equiláteros : El Dodecahedro en doce Pentagonos iguales equiláteros , y equiángulos : Finalmente el icosahedro en veinte Triangulos iguales equiláteros.

LIBRO V.º

DE LAS PROPORCIONES.

DEFINICIONES.

1. **Q**Uando dos magnitudes , ó cantidades de un mismo genero se comparán entre si , el primer termino de la comparacion se llama antecedente , y el segundo consiguiente. Digo cantidades del mismo genero , ó de la mis-

misma especie, porque las que son de distinta, no pueden compararse.

2. Esta comparacion, habitud, ó relacion puede ser de dos modos, es á saber, ó quando se considera en quanto una de estas cantidades excede à la otra, ó es excedida por ella; ó bien quando se busca quantas veces, ó de que modo se incluye la una en la otra, ó la incluye, y esta comparacion se llama razon.

3. Si la primera cantidad contiene à la segunda dos veces, se dice que la primera es à la segunda en razon dupla, y si tres en razon tripla, si quatro en razon quadrupla, &c. Asi la linea de ocho pies es à la de quatro en razon dupla, y la de quatro à la de ocho en razon subdupla, &c.

4. Mas si hay muchas cantidades, de las quales la primera tenga la misma razon con la segunda, que ésta con la tercera, y que la tercera con la quarta, entonces se dice que la primera está con la tercera en razon duplicada, de la que tiene con la segunda, como v. gr. Si hay quatro li-

neas, de las quales la primera sea de diez y seis pies, la segunda de ocho, la tercera de quatro, y la quarta de dos. Si se busca la razon de la primera linea de diez y seis pies à la segunda de ocho, digo, que es dupla, ó como dos à uno: Mas si se busca la razon de la primera de diez y seis pies à la tercera de quatro, digo, que es dos veces dupla; pues se compone de la razon de la primera de diez y seis pies à la segunda de ocho, que es dupla, y de la razon de la segunda de ocho à la tercera de quatro, que tambien es dupla; con que la razon de la primera con la tercera es duplicada de la razon de la primera con la segunda, ó es dos veces doble, en una palabra quadrupla. Asimismo la razon de la primera con la quarta, ó de diez y seis à dos, es quatriplicada de la razon de la primera con la segunda; y por tanto debe componerse de la razon dupla, que hay de la primera á la segunda, y de la razon quadrupla que hay de la primera á la tercera, y asi es dos veces quadrupla, en una palabra octupla.

Pero

5. Pero si la primera linea tiene mas grandor , comparada á la segunda , que la tercera á la quarta , se dirá que la primera tiene mayor razon con la segunda , ó que la razon de la primera á la segunda es mayor , que la de la tercera á la quarta ; y reciprocamente que la razon de la tercera á la quarta es menor , que la de la primera á la segunda , el qual modo de hablar es familiar á los Geometras.

6. Con que las cosas , que tienen la misma razon con una tercera , son iguales , y reciprocamente son iguales aquellas cosas , con las quales una misma cosa tiene la misma razon.

7. Si una cantidad , v. gr. una linea de dos pies tiene razon con otra , v. gr. con una de un piè , de qualquier modo que se divida , ó multiplique la primera , tiene siempre la misma razon con la segunda , si esta se divide , ó multiplica tambien del mismo modo ; porque asi como es la linea de dos pies á la de uno , asi igualmente lo es la de quatro pies á la de dos , ó la de un piè á la de medio.

Las

8. Las cantidades , que se multiplican igualmente , se llaman equimultiples de sus simples.

9. La proporcion , ó como dicen los Griegos , la Analogia es la razon de las razones , ó la de las diferencias , ó excesos : La primera se llama Geométrica , y la segunda Proporción Aritmetica : Mas quando se dice solamente Proporción , se entiende siempre la Geométrica , pues es la principal.

10. Siendo pues necesario , que en qualquiera razon , ó diferencia haya dos terminos , antecedente , y consiguiente , toda Proporción requiere quatro de estos terminos , de los quales el primero se llama primer antecedente , el segundo el primer consiguiente , el tercero el segundo antecedente , y el quarto el segundo consiguiente. Tambien el primero , y el ultimo se llaman extremos , y el segundo , y tercero medios , y se señalan de este modo : $4 : 2 :: 6 : 3$. Esto es , 4 es á 2 , como 6 á 3 , ó bien la linea de quatro pies es á la de dos , como la de seis á la de tres pies. Estos quatro terminos son analogos ,
ó

ó proporcionales , y esta Proporción se llama Geométrica , que es decir *igualdad de razones*. La Proporción siguiente es Aritmética : $4 : 3 :: 2 : 1$, porque el exceso del primer antecedente respecto del primer consiguiente es el mismo , que el del segundo antecedente respecto de su consiguiente.

11. El segundo termino hace en algunos casos las veces de antecedente , y de consiguiente de este modo : $8 : 4 : 2$. Esto es , como ocho es á quatro , así quatro es á dos , ó bien como la linea de ocho pies , es á la de quatro ; así tambien la misma linea de quatro es á la de dos. En cuya proporción , que se llama continua , la linea de quatro pies , es consiguiente respecto del primer antecedente , y antecedente respecto del segundo consiguiente ; y esto puede suceder tanto en la Proporción Geométrica , como en la Aritmética.

12. Esta linea de quatro pies , ó qualquiera otra cantidad media entre las dos se llama media proporcional , y esto geométrica , ó aritmeticamente.

Hay

13. Hay una tercera especie de Proporción llamada Harmonica, de quien hacen frecuente mencion los antiguos Físico-Matematicos: Consiste esta en tres terminos dispuestos de modo, que qual es la relacion de lo máximo á lo mínimo; tal sea tambien la razon de la diferencia de lo máximo á el medio, á la diferencia del medio á lo mínimo: Suponganse los numeros $12 : 8 : 6$: Asi como es el termino mayor, ó máximo 12 á el menor 6; asi es igualmente 4 diferencia del máximo al medio á 2, diferencia del medio 8 á el mínimo 6, porque asi como el termino máximo 12 contiene dos veces á el mínimo 6; asi la diferencia que hay entre 12 y 8 contiene dos veces la diferencia de 2 que hay entre 8 y 6.

Por la misma razon 6, 4, 3, ó 60, 40, 30, están en Proporción harmonica, como diremos en otra parte.

14. Entre los lados de las figuras pueden ocurrir muchas razones, ó excesos, con que se conozca la relacion de una figura á otra.

Una

15. Una linea se multiplica por otra , quando de ambas se forma un Paralelogramo rectangulo , de quien estas dos lineas son dos lados contiguos , como la linea LM , que se multiplica por LY quando de ambos se forma un Paralelogramo rectangulo $YKLM$ fig. 20. lam. 1.

16. Si la linea EF fig. 21. lam. 1 se multiplica por si misma , ó por una linea que le sea igual , supongamos DC sea igual á EF , y que se multiplique por CE que le es igual , resultará de esta multiplicación el quadrado $EFC D$, pues todos sus lados serán iguales.

17. El Rectangulo , ó qualquier otra superficie se multiplica por una linea , quando de dicha superficie y linea , se forma un Paralelepipedo rectangulo , cuya base sea la referida superficie , y su altura perpendicular la linea dada ; asi v. gr. la superficie $ABDH$ fig. 21. lam. 2. multiplicada por la linea AK que le es igual , ó por EH forma el Sólido FA , cuya base es la superficie $ABDH$, y la altura AK , ó HE , que le es igual.

I

Si

18. Si dicha superficie es quadrada , y se multiplica por una linea igual á cada uno de sus lados , resultará un Cubo , que tendrá todas sus caras $=$ entre si , como lo demuestra la misma figura.

19. Entre las figuras rectilíneas se llaman semejantes , las que tienen cada uno de sus Angulos $=$ á cada Angulo de la otra , y los lados de los Angulos $=$ proporcionales; tales son los Triangulos $A B C$, y $a b c$ fig. 22 , y 23. lam. 2 , porque el Angulo a es $=$ á el Angulo A , &c. y asi como el lado $A B$ es á el lado $A C$; asi tambien $a b$ á $a c$, &c. Estos lados , que se corresponden proporcionalmente se llaman Homologos , como $A B$, $a b$. $A C$, $a c$, &c.

20. Por altura de qualquiera figura se entiende una linea perpendicular tirada desde su Vertice á su base , como $B D$ fig. 22. lam. 2 , es la altura del Triangulo $A B C$.

21. Los espacios , ó intervalos comprendidos entre lineas paralelas son $=$; y en estos las perpendiculares que se tiren , serán tambien $=$.

TEOREMA PRIMERO.

En la Proporcion Aritmetica , la suma de los extremos es siempre $=$ á la de los medios.

Asi como en la Proporcion Aritmetica $4 : 3 :: 2 : 1$, la suma de los extremos , esto es , 4 y 1 hace 5. Asi tambien los medios 3 y 2 añadidos hacen 5 , y la razon es facil de entender , porque al modo que 4 excede á 3 ; asi mismo 2 que se junta con 3 excede á 1 , que se junta con 4 , y por tanto es perfecta en ambos lados la igualdad.

TEOREMA SEGUNDO.

En la Proporcion Geometrica la multiplicacion de los extremos es $=$ á el producto de los medios ; v. g. en esta Proporcion $4 : 2 :: 6 : 3$, que se multipliquen 4 por 3 , ó 2 por 6 , resultará 12 , la razon es que 4 , y 2 veces 2 es lo mismo , asi como 6 , y 2 veces 3 tambien ; con que multiplicando 3 por 4 , es lo mismo que

12

si

si se sumaran 2 veces 3 , y 2 veces 3 , en una palabra 4 veces 3 : Igualmente quando se multiplican 2 por 6 , es lo mismo que si dixeramos 2 veces 3 , y 2 veces 3 , por lo que en ambas partes es = el producto.

COROLARIO.

Si la Proporcion es continua , el producto del medio por si mismo , ó su quadrado será = á el rectangulo de los extremos.

SCOLIO.

Siempre pues , que el producto de los medios se halle igual al de los extremos , los quatro terminos estarán en Proporcion Geometrica , y esto acontece siempre en las siguientes permutaciones de los terminos , pues si suponemos

$$4 : 2 : : 6 : 3.$$

Será invirtiendo. . . $2 : 4 : : 3 : 6.$

Alternando. $4 : 6 : : 2 : 3.$

Componiendo. . $4 + 2 : 2 :: 6 + 3 : 3.$

Dividiendo. . . $4 - 2 : 2 :: 6 - 3 : 3.$

TEO-

TEOREMA TERCERO.

Los lados de los Triangulos equiangulos son proporcionales, quando los Angulos son $=$, y al contrario: sean los Triangulos ABC , y abc fig. 24 y 25. lam. 2 equiangulos, digo, que AB es á AC , y BC , como ab es á ac , y bc . Tirese del Vertice A la perpendicular AP en el mayor Triangulo, y dividase en partes iguales, v. gr. en 12, y por cada una de las divisiones tirènse las rectas paralelas á la base BC , que se encuentren con el lado AB en los puntos $f g$, &c. desde cada una de las quales tirènse tambien las perpendiculares á la base, ó á la parte de ella BP . Está claro, que el lado AB , y la parte de la base BP se dividen en otras tantas partes, quantas contiene la perpendicular AP , cada una de las quales será igual entre si, tanto en AB , como en BP , segun el Corolario 2. del Teorema 5 del libro 2.

Tirada asimismo en el menor Triangulo la perpendicular ap , en la que se toman

men las partes $a d$, $d e$, &c. iguales á $A D$, $D E$, &c. y se contengan 6 en $a p$, de las 12 que hay en $A P$, y por cada una de las divisiones $d e$, &c. tirénse rectas paralelas á la base $b c$, que se encuentren con $a b$ en los puntos $f g$, &c. de cada una de las quales tirénse las perpendiculares á la base, ó á su parte $b p$, es claro, que el lado $a b$, y la parte de la base $b p$ se divide en otras tantas partes iguales entre si, quantas se contienen en la perpendicular $a p$.

Es pues el número de partes iguales en la perpendicular $A P$ del mayor Triangulo á el número de partes de la perpendicular $a p$ en el Triangulo menor, como el número de partes en el lado $A B$, ó en la base $B P$, al número de partes del lado $a b$, ó de la base $b p$.

Lo mismo se demostrará en los Triangulos $A P C$, $a p c$, y asi como el lado $A P$ es á el lado $a p$, asi el lado $A C$, á el lado $a c$, y $P C$ á $p c$, y por consiguiente, como toda la base $B C$ á toda la base $b c$.

TEOREMA CUARTO.

En los Triangulos rectangulos la perpendicular tirada del Angulo recto á la base , hace dos Triangulos semejantes entre si , y al todo : v. gr. la perpendicular AD fig. 26. lam. 2. hace los Triangulos DAB , y DAC semejantes entre si , y semejantes á todo el Triangulo CAB .

Pues en los Triangulos CAB , y DAB , los dos Angulos CAB , que es recto , y ABC son $=$ á los dos ADB , que tambien es recto , y ABD : Luego tambien el tercero ACB es $=$ á el tercero DAB , segun el Corolario 3. Teorèma 1. libro 2, con que estos Triangulos son equiangulos ; luego tienen sus lados proporcionales, Teorèma antecedente : Luego, Definicion 19, son semejantes. Del mismo modo se demuestra , que ACB es semejante á CAD , y por tanto estos Triangulos son semejantes entre si mutuamente , y tambien á el todo CAB .

COROLARIO PRIMERO.

La perpendicular AD fig. 26. lam. 2,
es

es una media proporcional entre los Segmentos de la base CD , y DB , esto es, asi como CD , es à DA , asi DA á DB , porque siendo semejantes los Triangulos CAD , y DAB , seguramente CD , que es el lado medio del Triangulo CAD , es á DA menor lado del mismo Triangulo, como DA medio lado del Triangulo DAB á DB menor lado, segun el Teorèma 3. de este libro. Asimismo CA , es una media proporcional entre la Hipotenusa CB , y el Segmento CD . Pues siendo semejantes los Triangulos CAB , y CAD , la Hipotenusa CB en el Triangulo mayor CAB , será al lado CA , como la Hipotenusa CA en el menor Triangulo CAD , es á su mismo lado CD .

Finalmente BA es una media proporcional entre la Hipotenusa BC , y el Segmento BD ; pues siendo semejantes los Triangulos BAC , y BAD , la Hipotenusa BC en el mayor Triangulo BAC , será al lado BA , como la Hipotenusa BA en el menor Triangulo BAD al lado BD .

CORO-

COROLARIO SEGUNDO.

El quadrado de la perpendicular AD en la misma figura es igual al rectangulo contenido en los Segmentos de la base BD y DC , segun el Teorèma 2. de este libro, y su Corolario, porque es una media proporcional entre dichos Segmentos. Por la misma razon el quadrado del lado CA es igual al rectangulo formado de la base BC , y su Segmento CD , asi como el quadrado del lado BA es igual al rectangulo formado de la base BC , y su Segmento BD .

TEOREMA QUINTO.

En todo Triangulo rectangulo el quadrado de la base es $=$ á los quadrados de los otros dos lados juntos; porque tirada la perpendicular AD hasta E fig. 27. lam. 2. se divide el quadrado BM en dos rectangulos BE , y CE . Mas el rectangulo BE se contiene en la base BC , ó BN igual, y su Segmento BD , con que es igual al

K

qua-

quadrado del lado BA , segun el Corolario del Teorèma 2, y el Corolario 2. del Teorèma antecedente.

Por la misma razon el rectangulo CE baxo la base BC , ó CM igual, y CD su Segmento, es igual al quadrado del lado AC , y asi todo el quadrado BM es $=$ á los quadrados de los lados BA , y AC tomados juntos. Esta proposicion es la 47. del libro 1. de los Elementos de Euclides, y de gran uso en la práctica.

LIBRO VI.^o

PRACTICA DE LA GEOMETRIA.

Hasta aquí hemos tratado de la Teórica de la Geometría, ó de aquella parte que se llama Geometría Speculativa; ahora hablaremos de la Geometría Práctica, y primero harèmos enumeracion de algunas medidas, que están en uso entre las diferentes naciones del Universo.

I. El Punto es la menor medida que

conocemos , y es la duodecima parte del ancho de un grano de cebada.

2. La Linea es la longitud de doce puntos.

3. La Pulgada es la longitud de doce lineas.

4. El Pié es la longitud de doce pulgadas ; ó como algunos dicen de doce onzas , porque la onza no solo se toma por peso , en cuyo sentido es la duodecima parte de una libra , sino tambien se entiende por medida , esto es , por la magnitud de una pulgada , que es la duodecima parte de un pié ; asi como el dedo es la sexta parte del mismo pié : Sin embargo los escritores de nuestros tiempos , tomán indiferentemente el dedo , y la pulgada muchas veces por la duodecima parte de un pié : De este modo quando se trata del Eclipse de Luna , el nombre de dedo , ó dígito se toma por la duodecima parte del Diametro aparente de ella : Y asi quando se dice , que el Eclipse es de 2 , ó 3 digitos , es lo mismo que si se dixera , que es de 2 , ó 3 duodeci-

mas partes de su diametro aparente.

5. El Pié quadrado , ó superficial contiene ciento quarenta y quatro pulgadas.

6. El Pié cúbico contiene mil setecientas veinte y ocho pulgadas.

7. El Paso Geométrico contiene cinco pies ; y el paso comun cerca de tres.

8. La Toesa ordinaria tiene la longitud de seis pies ; la quadrada contiene treinta y seis , y la cúbica doscientos diez y seis.

9. La milla de España contiene 7000 pies.

De Francia 5250

De Italia 5000

De Inglaterra 5450

De Escocia 6000

De Suecia 3600

De Moscovia 3750

De Polonia 19850

De Flandes 6666

De Olanda 8000

De Persia 8750

De Egypto 25000

10. La legua contiene regularmente 3 millas , aunque en esto hay alguna variedad.

PROBLEMA PRIMERO.

En un punto dado en una línea recta hacer un Angulo $\equiv$ á otro Angulo dado. Sea dado el punto B de la línea A B fig. 28. lam. 2, en el que se há de formar un Angulo igual al dado C D E fig. 29. Desde el punto D describase el arco C E, después con la misma abertura del compás hagase desde B el arco H G, del qual cortese el arco H F, igual al arco C E, y tirese la línea B F, con lo qual será el Angulo H B F igual al Angulo C D E, como se hà observado en la Definicion 8 libro 3, porque estos dos Angulos son medidos por iguales arcos.

PROBLEMA SEGUNDO.

De un punto dado en una línea levantar una perpendicular á ella. Sea dado el punto C en la línea A B fig. 30. lam. 2, desde el qual tomense de uno, y otro lado partes iguales C D, C E, y desde los puntos D, y E describanse arcos, que se cor-

corten en Y ; despues por los puntos C Y , tirèse la linea C O , esta será la perpendicular por la Definicion 12. libro 1 , porque el punto Y no se inclina mas á la parte D A , que á la parte E B , ni al contrario.

PROBLEMA TERCERO.

Desde un punto dado fuera de una linea baxar á ella una perpendicular. Sea dado el punto C fig. 31. lam. 2 , desde el qual describase un arco D E , que corte á la linea A B en los puntos D , y E. Desde E , y D como centros haganse dos arcos , que mutuamente se corten en el punto F. tirèse la linea C F , que corte á la A B en O , y la linea C O será la perpendicular buscada , por quanto ella no se inclina mas á la parte D A , que á E B.

PROBLEMA CUARTO.

Por un punto dado tirar una paralela á una linea dada. Sea el punto A fig. 32. lam. 2 , por el qual se haya de tirar una
pa-

paralela à la línea dada CB , tirèse qualquiera recta AD , que corte á la dada CB en D . Desde el punto D describese el arco AF , y desde el punto A con el mismo intervalo describese otro arco DE , y de èl cortese desde D el arco DE igual AF : tirèse la recta AG por el punto E , y esta será la paralela buscada por el Teorema 5. libro 1, y su Scolio, porque los Angulos alternos ADF , y DAG son = ó medidos por = arcos.

PROBLEMA QUINTO.

Entre dos líneas dadas hallar una media proporcional. Sean dadas las líneas BD y DC fig. 33. lam. 2, las quales juntense en direccion, haciendo una recta BC , desde cuyo punto medio E describese el semicirculo BAC , desde el punto D levantese la perpendicular DA , que corte la circunferencia en A , y digo, que esta es media proporcional entre BD , y DC : Porque tiradas las rectas BA , y CA se hace el Angulo BAC en el semicirculo,

y

y por tanto recto. Corolario 2. Teoréma 3. libro 3. Por lo qual baxada la perpendicular AD á la base BC es media proporcional entre los Segmentos, ó lineas dadas BD , DC por el Corolario 1. Teoréma 4. libro 5.

PROBLEMA SEXTO.

Hacer un Paralelogramo rectangulo = á un Triangulo dado. Sea dado el Triangulo ABC fig. 34. lam. 2; por cuyo Vertice A tirèse la recta AG paralela á la base BC , dividase esta en dos partes = en el punto D desde el qual levantèse la perpendicular ED hasta la paralela GA , tomèse $EF =$ á la misma CD , y tirèse el lado CF , y será el rectangulo $DF =$ al Triangulo dado por los Teorèmas 5 y 6, libro 2, y sus Corolarios.

PROBLEMA SEPTIMO.

Formar un quadrado igual á un Paralelogramo dado. Sea el Paralelogramo dado $CDEF$ fig. 35. lam. 2. entre cuya longi-

gi-

gitud DC , y altura CE , ó DF , hallèse la media proporcional CA Problema 5, y será el quadrado de esta media proporcional igual al rectangulo dado por el Teorèma 2 del libro 5, y su Corolario.

PROBLEMA OCTAVO.

Medir el area de un Triangulo: desde el Vertice de la figura à la base, baxèse la perpendicular AP fig. 36. lam. 2, y veàse quantos pies contiene la base BC , y quantos la linea AP , multipliquense despues las partes halladas en la perpendicular por la mitad de la base, y se conocerá el area; porque tantos pies quadrados hà de tener el arèa triangular ABC quantas partes fueren halladas en el producto de la perpendicular AP por la mitad de la base BC , porque el Triangulo es mitad del Paralelogramo. Teorèma 5. libro 2; pero el Paralelogramo se hallaría en la multiplicacion de la base BC por la altura AP . Definicion 15. libro 5. Luego esta misma perpendicular multiplicada por la mitad de

la base dará el área del Triangulo.

PROBLEMA NONO.

Medir un Paralelogramo rectangulo: Midase primero el lado $Y L$ fig. 20. lam. 1, y despues el lado $L M$, multipliquese $Y L$ por $L M$, y saldrá toda el area del rectangulo, por la razon alegada en el Problema antecedente.

PROBLEMA DECIMO.

Medir una figura Pólígona. Reduzcase primero el Pólígono à Triangulos, tiradas líneas rectas de cada uno de sus Angulos al opuesto, ó de los Angulos al centro: Despues midase cada Triangulo, y la suma de todos ellos igualará à la figura Pólígona.

PROBLEMA UNDECIMO.

Medir el Circulo. Multipliquese el radio del Circulo por la semicircunferencia, porque el Circulo es $\equiv$ à un Triangulo rectan-

tangulo, que tenga un lado $=$ á el radio, y otro igual á la circunferencia, el qual Triangulo por el Teorèma 6. del libro 2, y sus Corolarios, es $=$ à un Paralelogramo rectangulo, que tenga un lado $=$ á la semicircunferencia, y otro al radio: Es asi, que por el Problema 9. se tiene el area de este Paralelogramo, si se multiplica este lado, que es $=$ al radio, por el otro $=$ á la semicircunferencia: Luego para tener el area del Circulo se ha de multiplicar la semicircunferencia por el radio: Pero para conocer la semicircunferencia del Circulo se há de buscar su diametro, que se tiene á la circunferencia entera, como 7. á 22, como demostró Archimedes.

PROBLEMA DUODECIMO.

Medir un Paralelepipedo, un Prisma, y un Cilindro, una Piramide, y un Cono. Multipliquese por la Definicion 17. del libro 5, la base del Paralelepipedo, del Prisma, ó Cilindro por la altura de su perpendicular: Pero la base de la Pirami-

de, ó Cono por el tercio de su altura; porque la Piramide es la tercia parte de un Prisma de la misma base, y altura, y el Cono la tercia parte de un Cilindro, también de la misma base y altura.

PROBLEMA DECIMO TERCIO.

Medir una Esfera. Busquèse su superficie, que es igual á quatro círculos máximos de la misma Esfera, como demostró Archimedes: Teniendo, pues, por el Problema **II** el area del Círculo, por la multiplicacion de la semicircunferencia por el radio, y consiguientemente el doble de esta area por la multiplicacion de toda la circunferencia por el mismo radio: De aquí se sigue, que se tendrá el quadruplo de su area, que es igual à la superficie de la Esfera por la multiplicacion de la misma circunferencia por doble radio, ó por el diametro entero.

Hallada la superficie de la Esfera, se tendrá su solidez, si se multiplica toda la superficie por el tercio del radio; porque
la

la Esfera es igual á un Cono recto , cuya base es la superficie de la Esfera , y su altura el radio. Concibese , pues , la Esfera , como cierta multitud de infinitos Conos , cuyas bases están en la superficie , y sus Vertices en el centro : Si se quiere , multipliquese el circulo máximo de la Esfera por dos tercias partes del diametro , y se tendrá la solidez de la Esfera , cuya práctica coincide con la primera. Un exemplo aclarará mas este Problema.

Se desea saber quantos pies cubicos de materia tiene una Esfera , que tiene treinta pies de diametro.

Para conseguirlo se multiplica su circunferencia por el diametro , y siendo este de treinta pies , y aquella de noventa , ó poco mas , me dan por producto dos mil setecientos pies de materia superficiales ; pero habiendose dicho , que para buscar la solidez de la Esfera , debe multiplicarse su superficie por el tercio del radio , y siendo el diametro de treinta pies , el tercio del radio será de cinco , y así multiplicando dos mil setecientos , que es su superficie , por cinco
me

me darán por producto trece mil quinientos pies cubicos de materia , que es la que contiene una Esfera de treinta pies de diametro , y lo que se deseaba saber.

Los referidos Problemas de la Geometria Práctica , y los Teorèmas de los libros antecedentes , me parece que bastan para dár una idea elemental de las demostraciones Geometricas , y mas quando no deben servir sino de texto aforistico , sobre que recaiga el comento , y explicacion de la viva voz del Maestro , que debe demostrarlos.



[Faint, illegible handwritten text and a large, dark, horizontal smudge or ink blot are visible at the bottom of the page.]

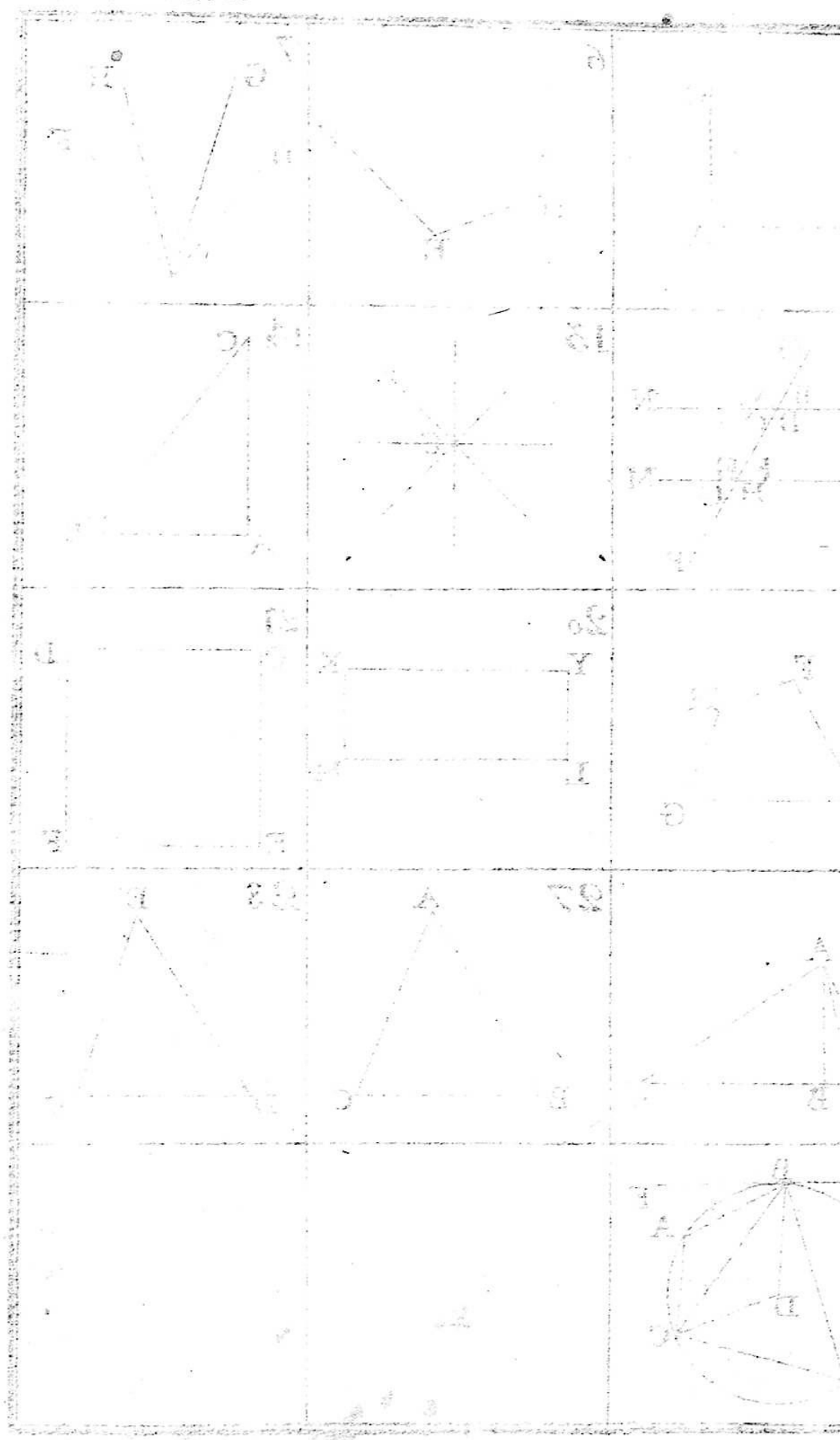
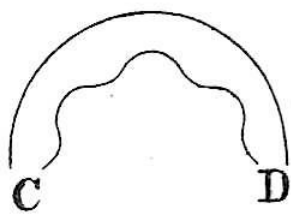


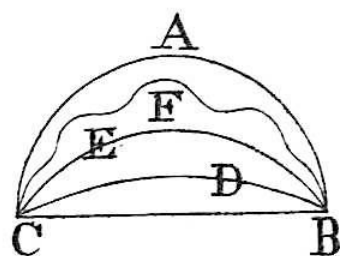
FIG 1

A ————— B

2



3

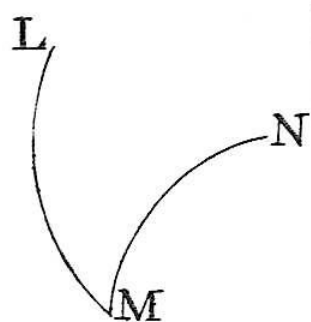


4

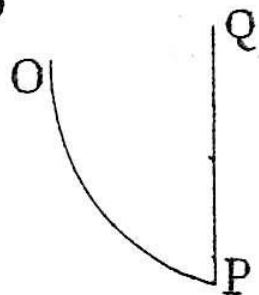
A —————

C —————

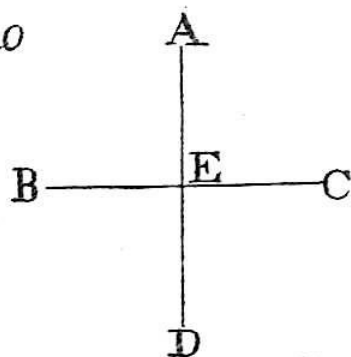
8



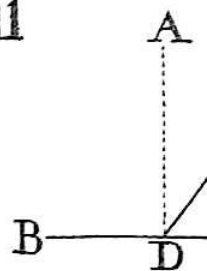
9



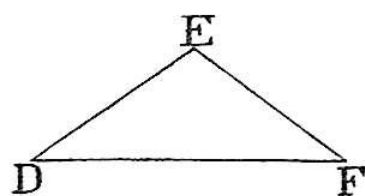
10



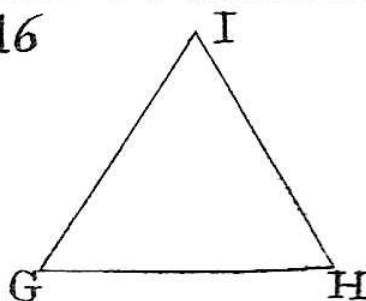
11



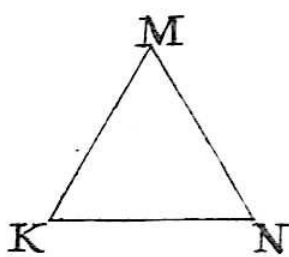
15



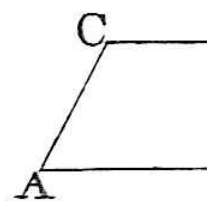
16



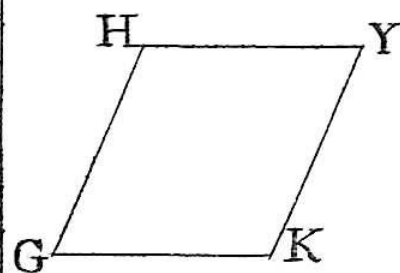
17



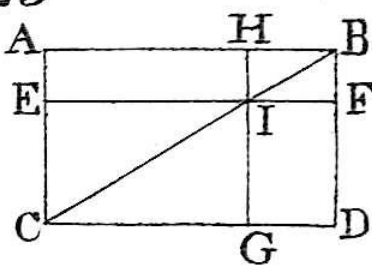
18



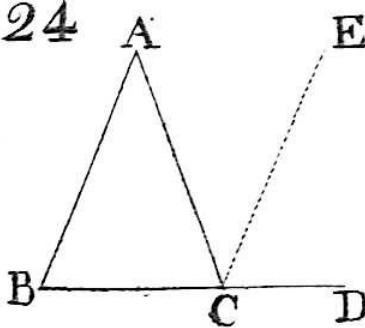
22



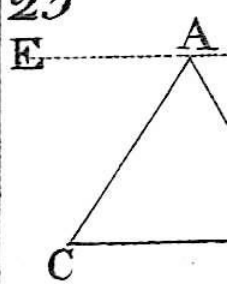
23



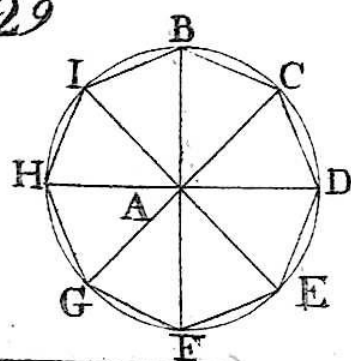
24



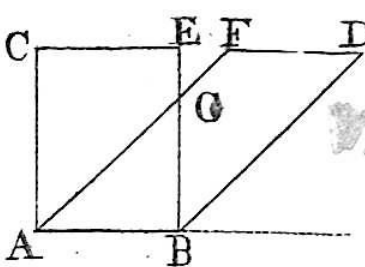
25



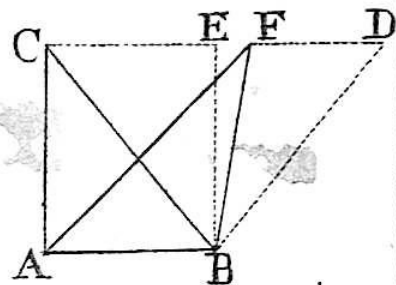
29



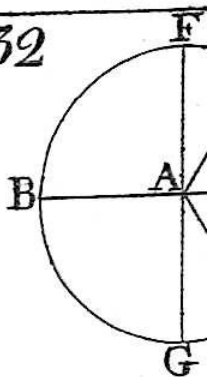
30

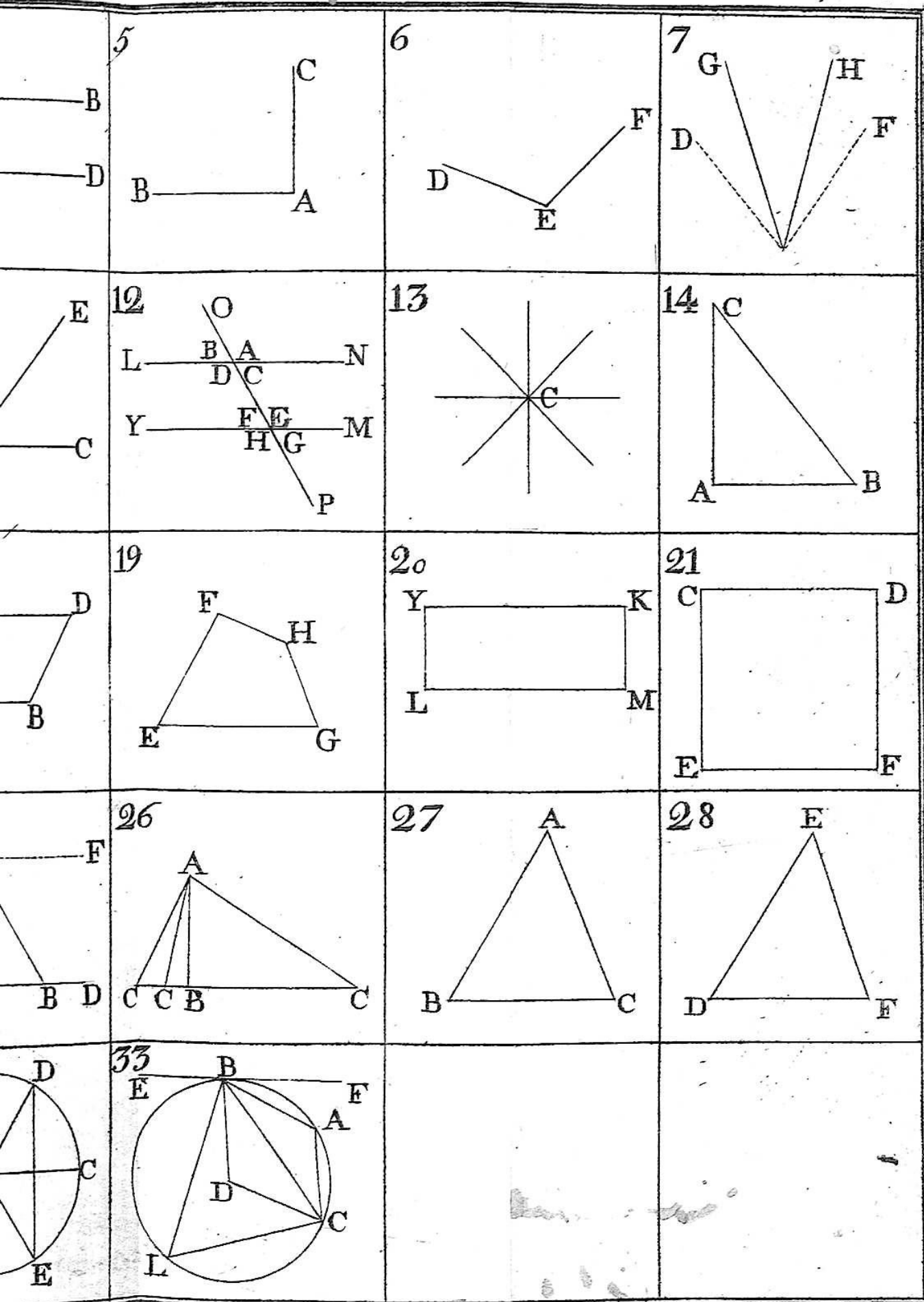


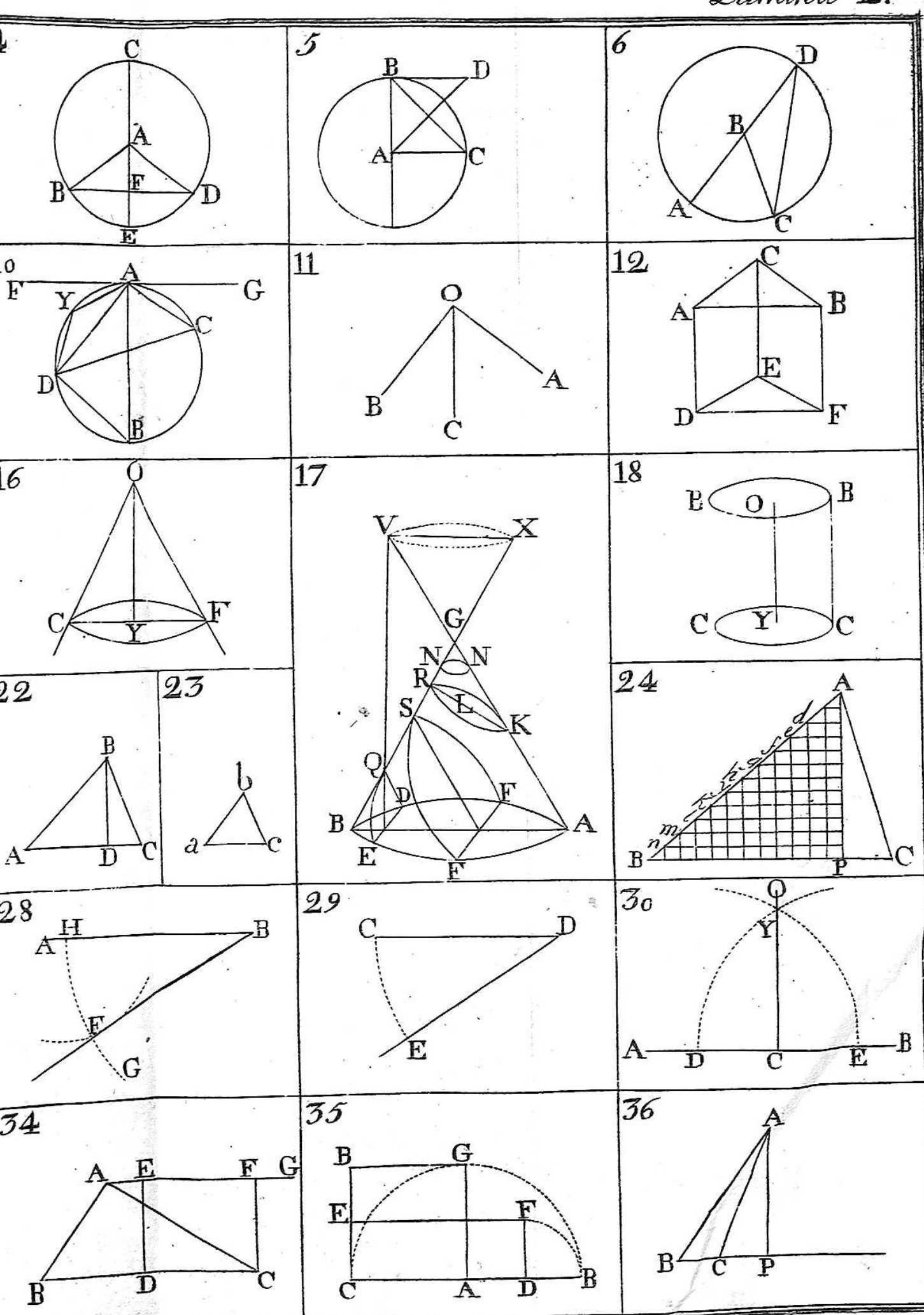
31



32







ELEMENTOS

DE

FISICA EXPERIMENTAL,

EXTRACTADOS

DE LAS LECCIONES SOBRE ESTA MATERIA

DEL SEÑOR ABATE

J. A. NOLLET,

POR DON CARLOS FRANCISCO AMELLER,⁷

MAESTRO DEL REAL COLEGIO DE
Cirugía de Cadiz , &c.

PARA EL USO DE LOS ALUMNOS
de dicho Real Colegio.



CON LICENCIA:

EN CADIZ. En la Imprenta de Don MANUEL XIMENEZ
CARREÑO, Calle Ancha.

THE UNITED STATES OF AMERICA

DEPARTMENT OF THE ARMY

WASHINGTON, D. C.

OFFICE OF THE ADJUTANT GENERAL

WASHINGTON, D. C.

ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL

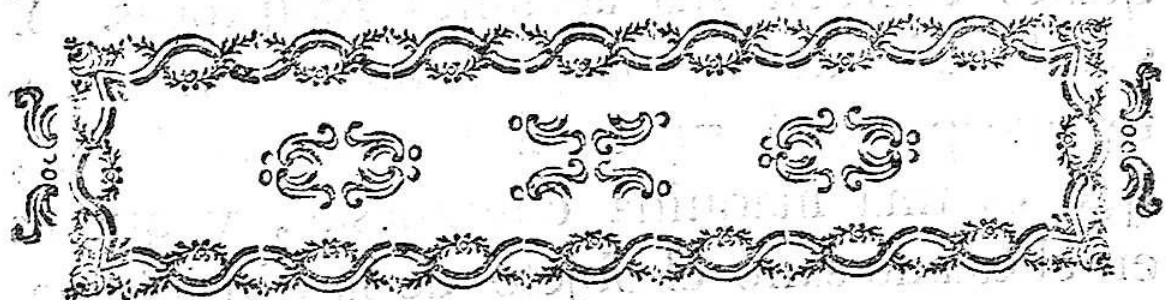
ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL



ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL



LECCIONES

DE FISICA EXPERIMENTAL.

PROEMIO.



A FISICA EXPERIMENTAL describe los fenomenos de la naturaleza, indagando sus causas en lo posible, exponiendo sus proporciones, é inquirendo en general todas las leyes, que constantemente siguen los cuerpos, de cuya simetrica disposicion està compuesto el Universo. Toda arte tiene conexiõn con este estudio: A todos generalmente les interesa el saber las propriedades, y atributos de los cuerpos, como tambien los medios, y leyes, por las

M

qua-

quales exercen sus acciones reciprocas. Y siendo asi que el cuerpo humano en quanto cuerpo está sujeto á las mismas leyes, que es una maquina compuesta, y que es en el estado sano el objeto de la Phisiologia, en el enfermo el de la Pathologia, y en uno y otro el sugeto del arte de curar, para conservarle la salud, si no la há perdido, y para restablecersela si le falta; de aí se colige la utilidad, mejor dixera necesidad, que tienen, los que se dedican à tan recomendable Profesion, de dirigir una no pequeña parte de su aplicacion á la adquisicion de los principios de la Fisica, ó de aquellas verdades inconcusas, que nos manifiesta, y acredita con sus experimentos.

Supuestas las principales, y mas precisas nociones geometricas, que se requieren para entender las demostraciones de los efectos por los experimentos, como tambien la nomenclatura de las voces tecnicas, que son el idioma verdadero de la Fisica Experimental, de lo que se hallan Ustedes instruidos suficientemente por el tratado

Ele-

94

Elemental sobre esta materia ; pasaré á la exposicion de los Elementos de la Física , que dividiré en Lecciones para mas facil distribucion de las materias , que en ellos se tratan.

LECCION I.^A

DE FISICA EXPERIMENTAL.

SECCION PRIMERA.

QUE TRATA DE LA FISICA, Y SU OBJETO.

De las propiedades de los Cuerpos en general , y en particular de la extension , y divisibilidad de la materia.

Entiendese por Fisica una Sciencia , ó parte de los conocimientos humanos , que trata de los Cuerpos naturales. Su objeto es el conocimiento de ellos por sus propiedades , por los efectos que proponen á nuestros sentidos , y por las leyes , segun las quales se exercen sus acciones.

reciprocas. Se diferencia de la Historia natural, que solo nos enseña las producciones de la naturaleza, y las diferencias sensibles genericas, ó especificas que las caracterizan.

Cuerpo natural, es toda aquella substancia material, de cuyo conjunto se compone el Universo. Lo que en estos encontramos de uniforme, y constante, de que no percibimos la causa, se llama Propriedad; y de aquí se parte, como de un principio, para explicar los fenomenos: Sin embargo, no debemos creèr, que todas las que nosotros tenemos por propiedades en los cuerpos por ignorar sus causas, no sean efecto de otro principio que ignoramos.

Mientras que la Fisica no descubre otra primer causa, de quien sean efectos, conoce un cierto número de atributos en los cuerpos, que mira como primitivos; tales son, por exemplo, la extension actual, la figura en general, la movilidad, &c. que son inseparables de los cuerpos en qualquier estado, ó circunstancias que se hallen.

Hay

Hay otras propiedades de segundo orden, que no convienen á los cuerpos, si no en ciertos estados, ó circunstancias, como la liquidez que es propia del Agua en cierto grado de calor, y no del hielo, sin embargo de sèr un mismo cuerpo.

De la combinacion de las propiedades de primero, y segundo orden resultan otras que no pertenecen á todos los cuerpos, ni á ciertos estados de ellos; sino solo se ciñen á ciertos generos, especies, ó individuos; tales son las propiedades del Ayre, del Fuego, del Yman, &c.

Para proceder con método hablaremos primero de los atributos, ó propiedades de primer orden, y despues pasaremos á la exposicion de los otros.

SECCION 2.^A

DE LA EXTENSION Y DIVISIBILIDAD de los Cuerpos.

Todo Cuerpo es material, y tiene límites: El tamaño limitado de ellos de

de qualquier suerte es su extension.

La extension material tiene tres dimensiones, longitud, latitud, y profundidad: Los Geometras las consideran separadamente, pero los Fisicos como inseparables.

Todo Cuerpo es sólido, ó tiene sus tres dimensiones.

En los Cuerpos grandes, ó de un tamaño regular se dexan vér las partes, en que puede dividirse, y sin embargo de que algunos burlan por su pequeñez la mejor vista armada del Microscopio, tambien son divisibles, formando pequeñas masas de naturaleza semejante al todo.

Aunque à algunas de estas partes, que por su pequeñez frustran los conatos de la division, pudieran llamarseles principios, tienen otros mas simples, que son sus Elementos; y aunque en estos es, en los que hasta ahora se habia fixado la progresion de la divisibilidad, tenemos pruebas para no considerarlos tan simples; pues el Azufre, que se creía como Elemento, hay modo de descomponerlo, y del mismo Ayre se extrahen los gazes, que son substancias mas simples que él.

Esto

Esto nos induce á preguntar, ¿ si la materia es divisible al infinito?

A esto respondemos: Que es divisible al infinito en lo ideal, que no lo es en lo Físico; y que es mas divisible, de lo que se piensa regularmente, como lo demuestran los experimentos Físicos.

La imaginacion es mas fecunda, que la naturaleza, por tanto puede muy bien concebirse una division infinita de partes, que tal vez no se podría verificar en el Universo: Y nos induce á pensarlo así la uniformidad constante en todas sus producciones despues de mas de 6000 años de su creacion: Pero sin embargo es preciso confesar, que muchas veces si no se consigue una ultimada division, mas bien es por no hallar suficientes medios para practicarla, que por dexar el Cuerpo de ser susceptible de separacion.

Todos los medios que el arte nos proporciona para desunir, y dividir los principios de los Mixtos, son infusiones, digestiones, fermentaciones, &c.

Si se reflexiona, y se atiende á las ex-
pe-

periencias , especialmente á la inmensa cantidad de Ayre , que aromatiza con sus particulas una pequeña porcion de almizcle , al número prodigioso de gotas de Agua en que se divide , y que tintura un solo grano de Carmin , á la extrema ductilidad del Oro , y á la division de muchos millones de partes en que se divide un solo grano, vendrémos en conocimiento de como se produce por el arte una division de la materia , mucho mayor de lo que regularmente se imagina.

Despues de dividida una materia , ó un Cuerpo , aquellas mas pequeñas particulas, ó moleculas uniformes , que la componen se llaman simples , ó homogeneas ; y llamamos Cuerpos mixtos , ó partes eterogeneas aquellas , que en nada se asemejan.

Quando para separar las partes de un Cuerpo , se necesita mucha fuerza , dicho Cuerpo se llama Duro , ó Sólido ; pero esta fuerza siempre es relativa , no absoluta. Si ceden las partes de un Cuerpo á una fuerza pequeña , se llama Molle , ó
Blan-

Blando ; y si esta disminuye hasta ser casi imperceptible el Cuerpo , se llama Fluido.

Aún esta misma fluidéz tiene sus grados ; y así quando yá las partes de un Cuerpo tienen tan poca adherencia entre si , que obedecen con mutua independencia los esfuerzos de su peso , y que no tienen otras figuras , que las que les dá el vaso que las contiene , ó que conservan siempre el paralelismo al orizonte , dicho Cuerpo se llama Liquido : por exemplo : El Agua que cuele es un licor , ó liquido , el humo , que se levanta en el Ayre , es un fluido , y la piedra que se labra à golpe de martillo , es un Sólido , ó Cuerpo duro.

LECCION II.^A

DE LA FIGURA DE LOS CUERPOS.

SECCION PRIMERA.

LOS Cuerpos naturales tienen todos un determinado tamaño , tanto los grandes quanto los pequeños , ó las partes de

éstos. La pequeñez no es una qüalidad absoluta. El tamaño es siempre limitado por las superficies que terminan la extension del Cuerpo.

La cantidad de materia se llama Masa: El mas ó menos de superficie no interrumpida, que limita su tamaño aparente, se llama Volumen.

La disposicion, que toman entre si las superficies, que terminan el volumen de un Cuerpo, se llama Figura, y como todos deben estar limitados por superficies, todos deben sér figurados.

La Figura es un atributo de primer orden: Se manifiesta no solo en aquellos Cuerpos, que lo parecen á primera vista, sino tambien en aquellas partes de los Cuerpos, que por su pequeñez parecian sér de una misma configuracion, ó no tener alguna particular.

El Microscopio nos descubre en la arena mil desigualdades, y en las diferencias de sales, tan diferentes las figuras de sus partes, que podemos decir depende de ellas la variedad del sabor de unas á otras.

SECCION 2.^A

DE LA SOLIDEZ.

LA Solidéz de un Cuerpo no es mas, que la cantidad de materia embuelta en su volumen.

La Solidéz es propiedad de primer orden, comun y esencial á todos los Cuerpos, yá sea en su todo, yá en sus partes. Toda resistencia fisica supone una Solidéz real, aunque la costumbre familiariza tanto el contacto de algunos Cuerpos al nuestro, que nos precisa hacer reflexion, para advertir la impresion que hacen en nosotros.

En los fluidos, es en donde regularmente perdemos de vista la Solidéz, pues como su resistencia es tan corta, pensamos que nuestra accion es ninguna para vencerla, y al contrario. Sin embargo en el Ayre mismo, que es un fluido tan sutil, se evidencia con los experimentos su resistencia, y por consiguiente su Solidéz, de tal modo que no dexa duda para creér

Sólidos todos los demás Cuerpos de la naturaleza, y que es en ellos la Solidéz una de las propiedades de primer orden, que les acompaña en todos los estados, y circunstancias.

LECCION III.^A

DE LA POROSIDAD.

ENTIENDASE por Porosidad en los Cuerpos el vacío, que se halla entre sus partes Sólidas; bien entendido, que aún los que llamamos vacíos, no lo están de toda materia, si solo de aquella que forma, ó constituye la Solidéz del Cuerpo, del qual son poros.

Hay en los Cuerpos ciertas especies de poros, unos que reciben algunos fluidos de mayor densidad, y otros ocupados por otros mucho mas sutiles: Si se sumerge una esponja en el Agua, se vé salir una porcion de Ayre, que ocupaba sus celdillas, y todo el mundo experimenta la ligereza, que adquiere qualquier Cuerpo hume-

medo , despues que por la evaporation se hán disipado las particulas humedas , que tenia en sus intersticios.

Aún aquellos Cuerpos , que por sér muy compactos no dán paso al Ayre , ni introduccion en sus poros al Agua , dexan pasar , ó transmiten otros fluidos de naturaleza muy sutil , como el Fuego , y la Luz.

Puedense concebir todavia poros de distinto orden , si se atiende á la libertad , que se necesita para los movimientos ; pero tales vacuos no se sugetan á ninguna prueba experimental.

Si como habemos establecido indivisibles las partes primordiales de los Cuerpos para proceder de un punto fixo , las establecemos tambien , como es regular , incapaces de tener poro alguno ; deberèmos convenir , en que excepto aquellas , todo lo que se compone de partes materiales es poroso , tanto los cuerpos duros como los liquidos , los organicos , y los que no lo son , variando solamente entre ellos en quanto al tamaño , al número , á la figura,

ra , y á la disposicion de los poros ; variacion , y circunstancias que deben tenerse muy presentes , pues se explican por ellas muchos fenomenos inconcevibles sin semejantes principios.

Baxo estos supuestos no hay que admirar el vér pasar la humedad , y aún el Agua en gotas al traves de una madera , el Azogue al de un pergamino , el Ayre atravesar los poros de la cascara de un huevo , un licor penetrante por sus particulas olorosas , ó fétidas hacer sentir su impresion al traves de quinientas , ó mil hojas de papel , como se experimenta en las tintas simpaticas , y sobre todo el vér las resistencias enormes , que vencen las cuñas , que reciben en sus poros una cantidad de Agua , como las cuerdas que admiten en sus intersticios alguna humedad , y aumentan el grueso á expensas de su longitud.

Tan cierto es que la porosidad es una propiedad comun á todos los Cuerpos , como lo es , el que ignoramos la cantidad absoluta de los poros de qualquiera de ellos.

Aunque se comparen dos Cuerpos de
igual

igual volumen , y se vea que el uno excede al doble el peso del otro , eso no nos puede dár á conocer mas que la porosidad relativa , no la absoluta ; esta solo se conoceria si tubierámos un Cuerpo perfectamente compacto , en el qual fueran sinonimos el peso , y el tamaño ; pero semejante Cuerpo no se encuentra ; aún el Oro mismo , que se tiene por el mas compacto , no falta quien asegure (y es el celebre Newton) que puede en un determinado volumen tener tanto vacío como lleno.

No siempre una materia es mas porosa que otras , por tener los poros mas abiertos , recompensanse muy á menudo el número de ellos por el tamaño : El Corcho es mas poroso que la madera , y sin embargo impide mejor la evaporacion de qualquier licor espirituoso , que no el palo. Con que es mas verosimil , que si en una de las dos materias la suma de los vacios es mayor , será menos por el tamaño , que por el número de los poros. Quando el Agua regia disuelve el Oro , y no disuelve la Plata que es mas porosa ; se podría

res-

responder, que los poros de la Plata son mas en número pero menores en tamaño, y que por consiguiente no dán entrada á las moleculas del disolvente, y si el Oro por tener mayores los poros, aunque menos en número. ¿Pero si reflexionamos, que el Agua fuerte disuelve la Plata (cuyos poros suponemos mas pequeños) y no disuelve el Oro, será á caso porque las particulas del disolvente no puedan introducirse en el Oro, cuyos poros son mayores, y si en los de la Plata, que son mas pequeños? De aí se infiere, que para dár solucion á muchos de estos Fenomenos, no basta la conuinacion de los poros en quanto á su tamaño, y número, sino tambien el atender, á lo que pueden variar en la figura, para poder sèr penetrados los Cuerpos, cuyos poros son de determinada figura, por las partes de un disolvente, que se análogisan mas con ella, que no con otra, aunque el tamaño sea igual.

Las experiencias acreditan esta suposicion, pues se vé, que el Agua fuerte, que hace impresion sobre el Cobre siendo
tan



tan duro, no la hace sobre la Cera.

El Agua no penetra el Marmol, y lo penetra la Trementina, la Cera derretida, y el Espiritu de Vino.

Hay muchas gomas, que se disuelven con los Aceytes, y no con el Espiritu de Vino; todo lo que manifiesta al paso que la existencia de poros en todos los Cuerpos, la diversidad de ellos en tamaño, número, y figura.

LECCION IV.^A

DE LA COMPRESIBILIDAD, Y elasticidad de los Cuerpos.

SECCION PRIMERA.

Quanto se há dicho de la porosidad, dá á conocer que en todos los Cuerpos el tamaño aparente excede á la cantidad real de propria materia, cuyo exceso tal vez no será uniforme en dos Cuerpos de la naturaleza, pues es difícil hallar dos materias, que á iguales volúmenes pesen igualmente.

Llamase densidad la relacion que hay del volumen á la masa , y asi un Cuerpo es mas denso que otro , quando la cantidad real de su materia difiere menos de su tamaño aparente ; asi el Plomo es mas denso que el Cobre , el Agua mas que el Ayre , &c.

La densidad de un Cuerpo puede variar sin que varie la masa , esto es , aumentando , ó disminuyendo el volumen : Esto puede suceder de dos modos , ó suprimiendo la causa interna , que tiene separadas las partes del Cuerpo , y se llama Condensacion , ó aplicando exteriormente una fuerza , que las comprima , y se llama Compresion.

Como ninguna materia es perfectamente dura , ninguna hay tampoco que no sea compresible ; á lo menos debemos creèrlo asi , si atendemos á lo que dexamos demostrado en quanto á la porosidad ; pero las experiencias aunque manifiestan la compresibilidad en un gran número de Cuerpos , no la hán llegado á manifestar todavia en los liquidos , á lo menos de un

modo que satisfaga , sin embargo de todo lo que han trabajado sobre esta materia los Academicos de Florencia.

Nosotros ciñendonos á la presion , que puede executar el Mercurio sobre una pequeña porcion de Agua , no obstante de no hallar señales en ella de compresion , no nos atrevemos á asegurar que no lo sea ; pues la elasticidad que goza parece convencernos , de que es algo compresible : Solo decimos que los esfuerzos , que hasta ahora se han hecho en la materia , no lo han evidenciado con perfeccion.

Algun provecho se saca de que los liquidos no se compriman tan facilmente , pues á no sér asi , no se pudieran extraher de los vegetables los zumos por expresion ; y asi el Vino , la Cidra , el Aceyte , &c. jamás se separarían de las partes sólidas en que se contienen , si los liquidos se pudieran comprimir del mismo modo.

Lo que es digno de reparar es , que un mismo Cuerpo manifiesta el sér , ó no compresible , segun el estado en que se halla ; y asi el Yelo se comprime , y el

Agua no , siendo un mismo Cuerpo ; lo mismo la Cera , el Azufre , y los metales , que fundidos no se comprimen , y si en su estado de dureza.

Tal vez podía congeturarse con alguna provabilidad , que el estado natural de los Cuerpos es el de solidéz , y que el estar liquidos proviene de alguna materia extraña , que impide la adherencia de sus partes propias.

Esta es desde luego la materia del fuego , y asi se puede muy bien pensar , que si se comprimen los sólidos , y no los liquidos , es porque las partes de estos están apoyadas sobre un fundamento tanto mas sólido , quanto mas simple , y no las de aquellos. .

El movimiento reflexo de qualquier Cuerpo elastico impelido contra otro de la misma naturaleza se debe pensar , que es hijo de la compresibilidad de uno , y otro Cuerpo , como manifiesta la experiencia.

SECCION 2.^ADE LA ELASTICIDAD DE LOS
Cuerpos.

Todo Cuerpo que se comprime, ó se queda en el estado en que la compresion lo há puesto, aunque esta cese, ó bien vuelve á tomar la misma figura, y tamaño que tenia antes de la compresion; à los primeros llamamos Cuerpos molles, à los segundos Cuerpos elasticos, ó de resorte; pues la elasticidad no es otra cosa, que aquel esfuerzo con que ciertos Cuerpos comprimidos tiran à ponerse en su primer estado, luego que cesa la causa comprimente: Esta propiedad supone la compresibilidad, y como los liquidos no manifiestan sensible la compresibilidad, de ahí es, que se debe suponer muy corta su elasticidad, bien que ni á estos, ni á los Cuerpos molles se les debe considerar, como absolutamente destituidos de ella, como acreditaremos en las explicaciones sucesivas.

Así

Asi como no se debe contar con un Cuerpo , que absolutamente carezca de elasticidad , tampoco encontramos uno que la goze perfecta , pues la reaccion es siempre proporcionada á la dureza , fuerza , y disposicion de sus partes internas : Sin embargo , es de mucha utilidad esta propiedad de los Cuerpos , pues la regulacion del tiempo , la comodidad del transporte , y el provecho de la caza , son efectos de varios resortes diferentemente dispuestos.

En lo que hán trabajado mucho los Fisicos , há sido en encontrar la causa de la elasticidad , y aunque suponiendola propiedad , es decir que ignoramos su causa , no faltan varias hipotesis , que quieren manifestarla : Entre otras hay algunas, que suponen proviene del Ayre , pues dicen que el desdoblarse el arco despues de tendido , es por la compresion que hán recibido las pequeñas moleculas de Ayre de su parte concava ; las que por su reaccion obligan á que se enderece ; pero esto es suponer lo que está en question , pues siempre nos queda la duda á saber ¿ de donde proviene

III

viene la elasticidad de esas moléculas del Ayre? Interin no se aclara este punto, convenimos en que la elasticidad es una propiedad, cuya causa ignoramos.

LECCION V.^A

DE LA MOVILIDAD DE LOS

Cuerpos: Del Movimiento, sus propiedades, y Leyes.

SECCION PRIMERA.

DE LA MOVILIDAD.

LA Movilidad, y el movimiento de los Cuerpos son dos cosas diferentes: La primera es una propiedad comun á todos, y la segunda un estado, fuera del qual regularmente se consideran, y que no les es esencial.

La Movilidad se funda en ciertas disposiciones, de que no gozan todos los Cuerpos en igual grado; estas son la figura, la cantidad de materia encerrada en un
de-

determinado volumen, y la igualdad de la superficie; y así de dos masas de igual volumen tendrá mas Movilidad la mas ligera, mas esferica, y mas igual en su superficie.

Todos los Cuerpos ofrecen una cierta resistencia á sèr movidos, y esta se conoce con el nombre de fuerza de inercia; y aunque esta fuerza es proporcionada al peso, no son una misma cosa, pues la gravedad siempre exerce su fuerza para abaxo, y la fuerza de inercia en todás direcciones.

La fuerza de inercia se halla tanto en los fluidos como en los sólidos, así en los que se mueven, como en los que están quietos: El Cuerpo, que se mueve con dos grados de fuerza, solo recibirá otro, quando haya un nuevo esfuerzo que se lo dé, y la misma resistencia, que opone á la primera fuerza que lo mueve, la emplea tambien contra la que intenta añadir algo á su nuevo estado: Por eso de dos Cuerpos iguales, que se dexan caer de igual altura, el uno obedeciendo solo á su propio peso, y el otro al peso, y á otro im-

impulso , la velocidad del segundo en su movimiento es una prueba decisiva , que no permite confundir los efectos de la inercia con los de su propio peso , pues todo lo que destruye una fuerza activa , se llama resistencia ; con que un Cuerpo , que cae libremente resiste á un movimiento mas pronto , que el de su peso mismo , y no lo recibe sino de otra potencia , cuya accion admite mas y menos.

SECCION 2.^A

DEL MOVIMIENTO EN GENERAL, *y sus propiedades.*

Entendemos por movimiento el estado de un Cuerpo , que actualmente se transporta de un lugar á otro , yá se mire en su todo , yá precisamente en sus partes. Muevese en un todo un Barco , por exemplo , á quien arrastra la corriente de un Rio , y muevense en sus partes las alas de un Molino de viento , aunque el todo quede siempre en un mismo sitio.

P

El

El Cuerpo que se mueve , muda siempre de situacion , respecto de los objetos que lo rodean , ó de lexos , ó de cerca ; y asi el que anda en Coche , se mueve respecto à los objetos de lexos , y no respecto á los demás , que andan con él en el Coche.

Tres cosas deben considerarse en todo Cuerpo que se mueve , su direccion , su velocidad , y la cantidad de su movimiento.

La direccion se expresa por la linea recta , que describe , ó tira á describir el Cuerpo que se mueve ; y asi aunque el espacio , en que se mueve , tenga las otras dimensiones , solo se considera la direccion del movimiento de un punto á otro , y asi se dice tal Rio corre de Levante á Poniente , tal objeto pasa de la derecha á la izquierda , &c.

Siempre que un Cuerpo empieza á moverse , lo executa por linea recta , y si algunas veces describe una linea curva , esta se compone de una infinidad de rectas direcciones , como el movimiento circular de la honda , que debe considerarse como un Pólígono de infinitos lados. La

La direccion de los Cuerpos que se mueven , se denomina segun las posiciones relativas de las lineas rectas ; y asi se dice direccion obliqua , paralela , perpendicular al horizonte , á este , ó el otro plano , &c.

La velocidad del movimiento se conoce por el espacio , que corre un movil en un tiempo determinado , y asi para saber la velocidad de un postillon no basta saber quantas leguas há andado , sino quanto tiempo tardó en andarlas.

Lo mismo debe reflexionarse en las velocidades relativas , y asi para esto es necesario dividir los espacios por los tiempos: Dos hombres , por exemplo , andarán con la misma velocidad , si en una hora hace cada uno una legua ; pero si el uno hace una legua en media hora , y el otro media legua en una , aquel andará con quadruplicada velocidad , que no este.

La velocidad puede ser de tres modos, esto es , uniforme , acelerada , y retardada: La primera es la de aquel Cuerpo , que en tiempos iguales anda iguales espacios: La segunda la de aquel Cuerpo , que en

cada tiempo igual aumenta los espacios ; y la tercera la de aquel , que los disminuye.

La cantidad del movimiento se calcula por la masa del Cuerpo , que se mueve junto con la velocidad , de suerte que en multiplicando la una por la otra , se sabe con precision la proporcion de dos Cuerpos que se mueven ; como si dos Cuerpos , el uno de dos onzas de masa , y el otro con quatro , el primero se mueve con quatro grados de velocidad , y el segundo con dos , la cantidad de movimiento en los dos será igual , pues lo mismo es el producto de dos de masa por quatro de velocidad , que son ocho , que quatro de masa por dos de velocidad , que son otros ocho.

El Cuerpo puesto en movimiento puede comunicarlo á otros , y esta comunicacion será con respecto à las masas , y á las velocidades.

El movimiento de los Cuerpos empleado para mover á otros , se llama fuerza motriz ; si consigue moverlos , se llama fuerza viva , y si cede á la resistencia del que há de ser movido , se llama fuerza muerta.

La

La quietud es el estado opuesto al movimiento, y es quando un Cuerpo conserva las mismas situaciones, respecto de los objetos que lo rodean de cerca, ó de lejos; y aunque en realidad no hay quietud absoluta, pues todo se mueve con la Tierra, segun los Copernicanos; sin embargo para darnos á entender concebimos, como tal la de aquel Cuerpo, que conserva unas mismas situaciones, respecto los que tiene á una determinada distancia.

LECCION VI.^A

DE LAS LEYES DEL MOVIMIENTO *simple.*

Las leyes del movimiento son ciertas reglas, segun las quales se mueven general, y constantemente todos los Cuerpos, quando obedecen á una fuerza motriz.

Llamase movimiento simple el de un Cuerpo, que no obedece mas que à una sola fuerza, y tira á un solo punto. La fuer-

fuerza que lo ocasiona , puede ser un impulso solo de una vez , ó muchos sucesivos en una misma direccion.

PRIMERA LEY DEL MOVIMIENTO SIMPLE.

Todo Cuerpo que llega á moverse , sigue la misma direccion , y con la misma velocidad , que recibió si alguna nueva causa no le hace mudar de estado.

Esta ley , aunque nunca se verifica , sin embargo , no hay motivo para no admitirla , pues dexando manifestado en la Lccion antecedente la fuerza de inercia , que lo hace resistir á mudar de estado , y conociendo por otra parte los inevitables estorvos , que le retardan su velocidad , debemos convenir en que el seguir un Cuerpo la misma velocidad , y direccion con que empezó , es una regla que seguiría , siempre que se le apartasen los referidos inconvenientes.

Los inconvenientes , pues , que impiden , ó retardan el movimiento de los Cuerpos , son de dos especies : En primer lu-

lugar , todo Cuerpo que se mueve , lo executa en medio de un fluido , que en este sentido se llama intermedio , y que es preciso , que el Cuerpo lo lleve sin parar por delante para abrirse paso , y como este intermedio es material , resiste continuamente al movil que tira á hecharlo de su sitio : El Cuerpo en movimiento no puede continuar moviendose , sin emplear cada instante parte de su velocidad en vencer las recistencias , que le opone el fluido , y asi al fin se reduce estar parado.

En segundo lugar , siendo todos los Cuerpos pesados , ninguno de ellos puede moverse con una direccion diferente , de la que es propria de su peso , sino es que esté sostenido por algun punto fixo , ó por algun plano , ó bien que se deslice por un fluido , que lo toca por todas partes.

De qualquier suerte que esto suceda , siempre es presiso que pase por los diferentes puntos del plano que lo sostiene , ó que las piezas que lo suspenden hagan lo mismo una sobre otra : Esta aplicacion sucesiva de una superficie sobre otra , se llama

ma

ma frotacion, y es otro de los obstaculos, que se oponen al movimiento, pues no habiendo superficie perfectamente lisa è igual, es preciso que las partes, que sobresalen en la una, se introduzcan en las concavidades de la otra, por lo que no pueden desalojarse sino con dificultad; y siendo entrambos inconvenientes indispensables en el estado natural; de aí es, que nunca se verifica la primera ley de movimiento.

En quanto á la resistencia de los intermedios, ésta será mayor quanto mas denso fuere el fluido, y quanta mas superficie presentáse el movil: Las experiencias sobre este asunto nos manifiestan con bastante exactitud, en lo que se debe apreciar semejante resistencia, qual es la diferencia, de la que oponen á un movil el Agua, y el Ayre, y aún este ultimo como varía su fuerza, segun el grado de condensacion, ó rarefaccion en que se halla..

La resistencia del intermedio siendo un obstaculo para el movimiento, aún quando el fluido està en quietud, lo será mucho.

cho mas , quando se halle en un movimiento opuesto , al que tiene el movil que en él se mueve ; y así un hombre que camina en calma , tiene que vencer la resistencia del Ayre ; pero si camina con el viento de cara , á más de aquella resistencia tiene que vencer el movimiento que trahe el viento ; si el movil sigue la misma direccion , que el fluido en que se mueve , se debe rebaxar de la resistencia la cantidad de movimiento del fluido ; en una palabra , si por lo que acabamos de establecer se conoce , qual sería la resistencia de un intermedio sosegado , y tranquilo , se conocerá del mismo modo , lo que su grado de velocidad en pró , ó en contra añade , ó disminuye de esta resistencia.

Por lo que toca al segundo obstaculo, que se le ofrece á todo Cuerpo que se mueve , esto es , á las frotaciones que debe experimentar , no hay mas que reflexionar , que todo Cuerpo es poroso , y que así es facil que las eminencias del uno se introduzcan en las cavidades del otro , lo

Q

que

que pudiendo verificarse de dos modos , constituye dos especies de frotaciones.

En la primera , unas mismas partes de un Cuerpo se aplican sucesivamente à partes diferentes del otro , como quando se dexa resvalar un libro sobre una mesa , y esta frotacion se llama de primera especie.

En la segunda , diferentes partes de un Cuerpo tocan succesivamente sobre diferentes partes de otro , como quando se hecha á rodar una bola de marfil sobre una Mesa de Villard , y esta frotacion se llama de segunda especie.

No es tan facil calcular el valor , ó la resistencia de las frotaciones , como lo es la de los intermedios considerados respectivamente á su densidad , al volumen , y velocidad del movil que los aparta.

El movimiento succesivo de una superficie sobre otra se retarda mas , quanto mas desiguales sean ellas , pero el mas , ó el menos puede variar al infinito : En quanto á las demás cantidades , que entran en el valor de las superficies , esto es , el

tamaño de ellas , la presion que hacen unas sobre otras , y su grado de velocidad se sugetan mejor á un escrutinio mas exacto , como se puede acreditar por reiteradas experiencias : En suma , lo que se puede decir en general , es , que unas , y otras retardan siempre el movimiento de los Cuerpos , y les minoran el grado de velocidad con que empezaron à moverse.

LECCION VII.^A

*PROSIGUEN LAS LEYES DEL
movimiento simple.*

SECCION PRIMERA.

*De las causas que mudan la direccion del
movimiento.*

EN la Leccion antecedente hemos expuesto las causas que disminuyen la velocidad del movimiento , en esta vamos á manifestar las que pueden variarle la direccion , pero antes estableceremos la se-

gunda , y tercera ley del movimiento para mas facil inteligencia de esta materia.

SEGUNDA LEY DEL MOVIMIENTO.

La mayor , ó menor variacion , que acontece al movimiento del Cuerpo , es siempre proporcionada à la causa que la produce.

TERCERA LEY DEL MOVIMIENTO.

La reaccion es igual á la compresion.

Quando un Cuerpo , que se mueve , muda de direccion , hay precisamente algun obstaculo , que le impide seguir la primera direccion que tomó , pues si nó fuera asi , la fuerza de inercia no le permitiría variar de estado.

Este obstaculo , ó puede ser un fluido en el que se abra camino , ó un Cuerpo sólido que no le permite pasar mas allá. Veamos los efectos de uno y otro.

Si el Cuerpo , que se mueve , llega á encontrar una materia fluida , no hace mas que

que pasar de un intermedio á otro, y estos intermedios pueden ser uno mas denso que otro; y así si pasa del menos denso al que lo es mas, experimentará mayor resistencia proporcionada al mayor grado de densidad. Esta mayor resistencia puede extraviarle la direccion, y este extravio se llama refraccion, para dár á entender, que queda como quebrada la direccion, que antes trahía.

La refraccion no se experimenta en los Cuerpos que se mueven, sino de dos modos.

El primero, quando la direccion del Cuerpo sobre la superficie del intermedio es obliqua; pues si es perpendicular, no hay refraccion.

El segundo, quando los intermedios, esto es, aquel en donde se movia el Cuerpo, y el otro á donde pasa à moverse, son de desigual densidad; pues si las densidades son iguales, no se verifica la refraccion, como lo acreditan los experimentos sin dexar la menor duda; y estos mismos demuestran, que quando un Cuerpo
pasa

pasa de un intermedio ménos denso á otro que lo es mas , la refraccion que sufre es apartandolo de la perpendicular , y al contrario lo acerca , si pasa de un intermedio mas denso á otro , que lo es menos.

SECCION 2.^A

EN la Seccion antecedente hemos visto la variacion de direccion de un movil , quando pasa á otro intermedio , que sin embargo le permite bastante movimiento para hacerse camino en él , aunque con alguna variacion , y retardamiento , ahora veremos que es lo que sucede , quando un Cuerpo dá contra un obstaculo invencible para él , y que no puede apartarlo , ni dividirlo para pasar adelante ; en este caso , ó puede el obstaculo siendo molle apagar , y amortiguar todo el movimiento , como quando se tira una bala contra un monton de arena , y entonces no tenemos que examinar su variacion , ó bien dá el Cuerpo contra un Cuerpo duro , que no le amortigua del todo el movimiento.

Su-

Supongamos, pues, una bala de acero arrojada contra un marmol; luego que aquella llega con alguna velocidad à tocar á este, resalta despues del choque, y en una direccion opuesta de la primera: Este movimiento se llama reflexo, veamos, pues, sus causas, y sus leyes.

La elasticidad es la causa de la reflexion.

La direccion del movimiento reflexo es tal, que el angulo de reflexion es igual al de la incidencia del movil, si la reaccion es perfecta.

Por lo que se há dicho tocante á la refraccion, debemos venir en conocimiento de lo que puede suceder en la reflexion de los Cuerpos; solo será bueno advertir, que habiendo demostrado, hablando de la elasticidad, que no hay Cuerpo perfectamente elastico; y siendo ella la causa de la reflexion, no podrá darse tampoco una reflexion perfecta; y que en quanto à los Angulos de reflexion, y de incidencia se dexa traslucir, que nunca será la igualdad en un sentido tan rigoroso, viendo la

im-

imperfeccion de la elasticidad , y sabiendo por otra parte que la resistencia de los intermedios , retardando la velocidad , y la gravedad del Cuerpo mismo obrando en este retardamiento deben hacer algo menor el Angulo de reflexion , que el de incidencia ; pero como por una parte la diferencia es tan corta , y por otra quando se establecen estas reglas , se debe hacer abstraccion de dichos inconvenientes , no hay duda que con estas restricciones el resultado debiera sèr el que establecemos , y el que se demuestra por las experiencias fisicas , y aún mucho mejor con una demonstracion geometrica.

El juego de la Pelota , y el de Truco casi enteramente se fundan en la regla de reflexion , que acabamos de establecer : En el uno se impele el movil esferico dandole una direccion obliqua , ó perpendicular : En el otro al contrario se le presenta al movil el plano mismo , baxo diferentes grados de inclinacion , y la habilidad del que juega consiste en saber apreciar el movimiento reflexo por el Angulo de in-

cidencia , presentando la mano en la linea, por la que se dirige la Pelota , ó en calcular el Angulo , que debe formar la bola despues de chocar con otra , ó por tablilla para hacer carambola , Villa , &c.

LECCION VIII.^A

DE LA COMUNICACION DEL MOVIMIENTO en el choque de los Cuerpos.

EXpuestas , y consideradas las variaciones que puede , y debe sufrir un movil en quanto á su direccion , y velocidad, supuesta su accion contra un Cuerpo , ú obstaculo inmovil resistente , veamos ahora quales son las mudanzas , que puede haber en la velocidad , y direccion , si el obstaculo , contra el qual el movil se dirige , puede mudar , y efectivamente muda de sitio despues del choque , considerando primero la percusion en los Cuerpos blandos , en quienes la reaccion no surte efecto , y despues pasaremos al choque de los Cuerpos elasticos.

R

Pa-

Para hacernos mas inteligibles supondremos.

1. Que los Cuerpos que se tocan , ó son perfectamente elasticos , ó no gozan de elasticidad alguna.

2. Que el movimiento se hace en un intermedio sin resistencia , y sin fraccion.

De modo que sería falso lo que vamos à establecer , si los experimentos correspondiesen exactamente á la doctrina que establecemos.

Para que dos Cuerpos se choquen , es necesario que el uno , ó los dos anden el espacio que los divide , y eso en un determinado tiempo , en el qual se mide la velocidad respectiva , esto es , aquella con que se disminuye la distancia , cuydando de no confundirla con la velocidad absoluta , que es la propia de cada movil.

A mas de la velocidad respectiva se debe considerar la masa , porque quanta mas cantidad de materia tenga el Cuerpo chocado , mas fuerza de inercia tendrá , y por consiguiente opondrá mas resistencia al

Cuer-

Cuerpo chocante. Ahora vamos á proponer los casos mas generales, fundando por via de experiencia varias proposiciones en fuerza de leyes, á las quales se refieren otros efectos particulares, como otras tantas consecuencias.

SECCION I.^A

DEL CHOQUE DE LOS CUERPOS *no Elasticos.*

PRIMERA PROPOSICION.

QUando un Cuerpo choca á otro que no se mueve, la velocidad de aquel se reparte entre los dos á proporcion de las masas, de modo que si los dos Cuerpos son iguales en masa, le comunica la mitad de la velocidad despues del choque, si el chocante es doble del otro, le comunica un tercio, y si al contrario dos tercios de velocidad.

SEGUNDA PROPOSICION.

Quando dos Cuerpos llegan á encontrarse , moviendose entrambos hacia un mismo sitio con velocidades desiguales , y con igualdad , ó desigualdad de masas , continuan moviendose juntos en la primera direccion con una velocidad comun , menor que la del Cuerpo chocante , y mayor que la del chocado antes de la percusion.

TERCERA PROPOSICION.

Si dos Cuerpos que se han de chocar, se mueven en sentido directamente opuesto , perecerá el movimiento en uno y otro, ó á lo menos en uno de ellos ; y si queda alguno seguirán los dos Cuerpos una misma direccion , y la cantidad del movimiento comun será igual al exceso de uno de ellos antes de encontrarse.

En todos tres casos habrá variacion de figura en los Cuerpos , despues del choque en el sitio de la percusion.

SECCION 2.^A

DEL CHOQUE DE LOS CUERPOS

Elasticos. con otro elastico este otro no se mueve sino que sigue la misma direccion

EN lo que habemos expuesto en el choque de los Cuerpos no elasticos se ha observado la comunicacion del movimiento por la percusion, y la mutacion de figura en los dos, por ceder sus partes con facilidad; pero en el choque de los Cuerpos elasticos, aunque la naturaleza sigue las mismas leyes que se han prescrito en toda percusion, sin embargo, como las partes hundidas por el choque se restablecen con la misma facilidad con que se hundieron, de aí es que este ultimo efecto varía mucho los resultados.

Por consiguiente en el choque de los Cuerpos elasticos será bueno distinguir dos especies de movimientos, el uno primitivo, independiente del resorte, y si solo de la velocidad, el otro secundario de resorte, ó movimiento de reaccion, el qual depende de la elasticidad de las partes chocadas.

PRI-

PRIMERA PROPOSICION.

Quando un Cuerpo elastico encuentra con otro elastico , que se está quieto , ó que moviendose sigue la misma direccion que el otro , despues del choque prosigue en la misma direccion el Cuerpo chocado con una velocidad , compuesta de la que se le dió inmediatamente , ó por comunicacion , y de la que adquiere por su reaccion despues del choque , y el Cuerpo chocante , cuyo resorte obra en sentido contrario , pierde en todo , ó en parte lo que le habia quedado de su velocidad , y si su movimiento reflexo excede al resto de su velocidad primera , volverá atrás segun el valor del tal exceso.

Esta proposicion se puede verificar de tres modos diferentes , ó con masas iguales , ó siendo mayor la del Cuerpo chocante , ó siendo menor ; pero estas tres suposiciones se aclaran mucho mejor con las experiencias , y es el modo de que se conciban , y retengan con mas facilidad.

SEGUNDA PROPOSICION.

Si dos Cuerpos elasticos de igual , ó desigual masa llegan à chocarse con iguales , ó desiguales velocidades propias , se separan despues del choque , y su velocidad respectiva será la misma que antes.

Todo quanto hemos dicho de los Cuerpos elasticos , considerando dos de ellos no mas para mas fácil inteligencia , sucede tambien aunque haya seis , ù ocho , ó mil , y estos efectos de la percusion se producen con una prontitud tan admirable , que apenas se hallará un instante de demora entre el de la percusion , en la primera bola por exemplo , y el de reaccion en la millesima ; y es un bellissimo mecanismo , que se puede aplicar con alguna verosimilitud á la celeridad del movimiento muscular ocasionado por la percusion del espiritu animal en el Cuerpo del hombre.

LECCION IX.^A

SOBRE EL MOVIMIENTO COM-
puesto.

MOVIMIENTO compuesto , se llama el de un Cuerpo determinado á moverse por varias potencias, que se exercitan con diferentes direcciones.

Asi como el movimiento simple tiene sus leyes, que yá hemos demostrado, tambien las tiene el movimiento compuesto, las quales se pueden reducir á una sola, que se expresará en la proposicion siguiente, pues las demás no son mas que conseqüencias inferidas de esta primera.

LEY DEL MOVIMIENTO COMPUESTO.

Quando varias potencias, que siguen diferentes direcciones al mismo tiempo, ponen en movimiento á un Cuerpo, este ó se queda en equilibrio; ó toma un movimiento, segun la proporcion de la velocidad de las potencias entre si, y su di-

rec-

reccion es media entre las direcciones de las potencias á que obedece.

Si las potencias á que obedece, se oponen en una misma linea, el movil se queda en equilibrio, esto es, si las potencias son iguales; pero si son desiguales, sigue á la mas fuerte, con proporcion al exceso que tiene sobre la otra, y así en este caso, ó resulta la quietud, ó el movimiento simple, pero retardado.

Quando las potencias se dirigen de modo que formen un Angulo; ó que se crucen en el movil sus direcciones, entonces el movimiento es compuesto en velocidad, y en direccion, las quales se miden por la diagonal del Paralelogramo, cuyos lados expresan las potencias.

De quantas posiciones puedan tomar entre si dos fuerzas, que se exercitan sobre el mismo movil, una sola puede dexar sus acciones en reciproca indiferencia, conviene á saber, quando sus direcciones forman entre si un Angulo recto; de suerte que quando una y otra fuerza se exercitan al mismo tiempo, cada una obra co-

mo si estubiese libre por todas partes, pues ni se ayudan, ni se impiden mutuamente, pero si el Angulo que forman es obtuso, en parte se destruyen, y si es agudo se ayudan.

La diagonal dá tambien la direccion del movimiento compuesto: Si las fuerzas son iguales, la diagonal dista igualmente de una y otra potencia, y entonces resulta el quadrado; pero si son desiguales, la diagonal se inclina mas á la potencia mayor, y entonces forma un Paralelogramo, que no es quadrado.

Esto es lo que resulta al movil que obedece á dos potencias, que aunque desiguales, y en diferente direccion, no obstante tienen constante la proporcion de las fuerzas entre si. Ahora vamos á examinar el modo con que se compone el movimiento, quando varian estas proporciones, como, v. gr. quando de dos potencias que se exercitan al mismo tiempo, la una llega á ser mas, ó menos fuerte que la otra, ó bien si habiendo recibido un movil dos impulsos, que componen su movimiento, so-

brevienen otras causas extrañas, ó accidentales, que aumentan, ó disminuyen uno de los dichos impulsos.

Quando el movil obedece á dos potencias, que se mantienen en la misma proporcion entre si, el movimiento compuesto se hace en linea recta, como hemos dicho; pero no sucede asi, si varía la proporcion de las potencias, porque entonces, aunque es verdad que el producto de cada tiempo infinitamente corto es una linea recta, que el movil describe siempre segun la regla establecida, sin embargo cada una de estas lineas tiene su direccion particular, segun el estado actual de las potencias, y forma una pequeña diagonal, de cuyo conjunto se forma una linea curva, la qual varía en la proporcion misma en que varían las potencias.

Por esta regla que puede acreditarse con la experiencia, y que cada dia ponemos en práctica mecanicamente sin repararlo, se infiere, que quando un movil recibe el movimiento de un Cuerpo, que está en movimiento, aunque en otra direc-

cion , resultará en él un movimiento compuesto de los dos , los quales se destruirán , ó ayudarán , segun el Angulo que formen las dos direcciones.

Todo el mundo sabe , que el que apoya el pié en un Coche que corre , para saltar al suelo se cae mas atrás que el sitio á donde creía , no haciendo atencion al movimiento del movil en que estaba.

Esto dá suficiente facilidad para dar solution á las preguntas , que se suelen hacer á menudo , ó á las questões siguientes.

1. ¿ A donde iría á parar una Naranja , que un hombre á Cavallo corriendo á rienda suelta tirase perpendicularmente al horizonte ? ¿ Caería atrás , ó en la mano del que la tiró ?

2. ¿ A qué peligro se expondría un Marinero , que se cayese desde lo alto del palo mayor , andando el Navio con mucha velocidad ? ¿ Si caería á el mar , ó al pié del palo ?

De las explicaciones que hemos dado , se infiere que el Marinero caería al pié del palo por una linea , que pareceria perpendicular-

pendicular , pero que atendiendo á lo que há andado el Navio durante su caída , es una verdadera curva.

Lo mismo sucedería con la Naranja ; pues no se quedaria atrás habiendo recibido el impulso doble , el uno perpendicular que le imprimió el Ginete voluntariamente , y el otro orizontal por la velocidad que llevaba el mismo en su carrera.

LECCION X.^A

DE LAS FUERZAS CENTRALES.

Todo quanto habemos expuesto en las Lecciones antecedentes tocante al movimiento simple , y al compuesto nos dá lugar de inferir , que no hay movimiento alguno que naturalmente se dirixa en linea curva.

Un Cuerpo que se mueve , siempre tira á perseverar en el estado en que se halla , y este consiste en pasar con cierta velocidad de un termino á otro por el camino mas corto , que es una linea recta ,

y

y así quando se vé que un movil describe una linea curva , es preciso considerar que es un encadenamiento de lineas rectas , formando Angulos muy obtusos , por mudar á cada instante sus direcciones particulares las potencias que ocasionan el movimiento.

Esta combinacion de movimientos en lineas rectas , cuyo todo forma una linea curva , no puede ser efecto de una sola determinacion , es necesario que sea efecto de muchas , y que aún estas varièn continuamente de proporcion. Esta proporcion puede variar en quanto al grado de fuerza , ó su intensidad como hemos visto , y puede variar tambien en quanto á la direccion de la potencia , que es otra suposicion , baxo la qual es preciso considerar el movimiento compuesto de un Cuerpo.

Si manteniendose los mismos grados de fuerza en las potencias que mueven un Cuerpo , varía la una de ellas la direccion á cada instante , volviendò á formar con la direccion del Cuerpo igual Angulo , que el que formaba al principio con la otra potencia , resultará un movimiento circular,

lár , y en general se puede decir que todos los Cuerpos , que se hacen mover en linea curva , tiran á alexarse del centro de su movimiento , y que si no tiene efecto esta tendencia , será porque hay alguna fuerza contraria que los retiene , ó impele hacia el centro.

Estas dos fuerzas que producen el movimiento circular , ó curvilíneo , y que tiran continuamente una á acercar , y otra á separar el movil del centro , se llaman Fuerzas Centrales , y para distinguir la una de la otra , la primera se llama Fuerza centripeta , y la segunda Fuerza centrifuga.

En el movimiento circular de una honda la tendencia , que tiene la piedra á escaparse por la tangente del circulo , ó apartarse de la mano del que la juega , como se vé quando se suelta un extremo de la cuerda , se llama Fuerza centrifuga , y el esfuerzo que hace la mano para oponerse , á que se escape hasta que ha tomado bastante buelo , es la Fuerza centripeta.

Las Fuerzas Centrales se oponen directamente entre si , y tienen lugar sus esfuerzos

fuerzos en toda suerte de materias , ó sólidas , ó fluidas , con tal que su movimiento sea curvilíneo.

Siendo la Fuerza centrífuga el esfuerzo de un Cuerpo , que tira á continuar su movimiento por la tangente de la línea curva , que se le hace describir , habrá de calcularse como el movimiento mismo, esto es , por la masa , y la velocidad ; y así de dos Cuerpos , que circulan con iguales velocidades , el que tiene mas materia tendrá mas Fuerza centrífuga , y al contrario si las masas son iguales , la diferencia estará en el grado de velocidad: Para conocer el valor de tal grado es necesario mirar dos cosas: Primera , el tamaño de su revolución: Segunda , el tiempo que gasta en hacerla.

Entiendese por revolución la línea curva , que el móvil describe desde el punto de donde parte hasta volver á él , ó en frente , en una línea que pase por el centro.

El tiempo que el móvil gasta en hacer una revolución entera , se llama tiempo

po

po periodico ; la velocidad es tanto mayor , quanto menor fuere el tiempo periodico , y la revolucion mas extendida ; de donde se infiere , que para comparar las Fuerzas centrifugas se hán de considerar tres cosas , á saber : la masa , la distancia al centro , y el tiempo periodico.

Despues de haber dado á conocer el origen de las Fuerzas Centrales , y el modo de valuarlas se pudieran examinar las diferentes proporciones , que pueden tener entre si , y todas las especies de lineas curvas , que pueden nacer de sus variaciones ; pero estas quëstiones no pueden tratarse como se debe , sin servirse de demostraciones geometricas , de cuyos datos carecen nuestros elementos sobre esta materia , fuera de que eso sería pasar los limites de unas Lecciones , que solo se dán por via de experiencia : Por tanto solo debemos ceñirnos á los efectos que deben producirse , quando las Fuerzas centrifugas , y centripetas no guardan la misma proporcion durante una sola , ó muchas revoluciones.

T

Si

Si las proporciones, que se varían en el tiempo de la revolucion, vuelven á su primer estado, antes que se acabe del todo, la curva que describirá el movil, sea la que fuere, volverá á entrar en si misma: Si la Fuerza centrifuga se mantiene en un solo punto, será la revolucion circular, y la curva descripta será un circulo: Si dicha Fuerza estriva en dos puntos, podrá ser una Elipse.

Si las proporciones varían en terminos, que la Fuerza centripeta, por exemplo, sea mas debil al principio de la segunda revolucion, que al principio de la primera, la curva no será entonces reentrante, y alexandose por consiguiente el movil cada vez mas del centro de su movimiento, irá describiendo varias espirales, mas ó menos regulares, segun el aumento de la Fuerza centrifuga, y la disminucion de la centripeta.

La práctica de este mecanismo es la que puede mejor que todo hacer concebir esta teorica de un modo facil, è inteligible, y capaz de concervar, y retenerse en la memoria.

LEC.

LECCION XI.^ADE LA GRAVEDAD DE LOS
Cuerpos.

Llamase gravedad aquella fuerza , que obliga á los Cuerpos á caer de arriba á baxo , quando no hay impedimento , ó quando este no es suficiente para estorvar la caída.

Los Filósofos no están acordes sobre la causa de esta fuerza : Sus opiniones se pueden dividir en dos clases : La primera , es de los que miran la gravedad como un principio de la naturaleza , ó como una qüalidad inherente á la materia , que puede no tener mas causa , que la libre voluntad del criador. La segunda , es de los que quieren que esta fuerza sea el efecto de alguna materia invisible ; pero las pruebas en que se fundan sus opiniones , están expuestas á grandes objecciones , á las quales no se há respondido hasta ahora de un modo satisfactorio , y mientras que la causa se oculta á nuestra curiosidad

atengamonos á los fenomenos , y contentemonos con el conocimiento de los efectos : Entre estos escogeremos los mas importantes , reduciendolos á algunas proposiciones , que se pueden fundar , y acreditar con la experiencia.

Primero hablaremos de los efectos que nacen de sola la gravedad , y despues de aquellos en que esta fuerza entra como causa parcial.

DE LOS FENOMENOS QUE RESULTAN en el movil , quando solo obra en él la gravedad.

Estas dos palabras , gravedad y peso , conviene no se confundan tomando-las en sentido absoluto , quando lo que por ellas se exprime , se entiende de un Cuerpo solo sin comparacion á otro. Por gravedad se entiende la fuerza , que obliga á los Cuerpos á baxar , y correr de alto á baxo un cierto espacio en un tiempo determinado. Por peso entendemos la suma de las partes graves , que se contienen en el mismo volumen.

La

La gravédad pertenece á todas las partes de un mismo Cuerpo igualmente, y hablando exactamente se puede decir, que es igual la gravédad de dos Cuerpos, uno menor que otro, aunque el peso sea distinto, porque uno y otro corren de arriba á baxo con la misma velocidad.

Quando se comparan dos materias entre si, por lo que mira á sus pesos, y se toma por termino de comparacion un volumen determinado, entonces el peso comparado se llama gravédad especifica; como quando se compara una pulgada cubica de Agua, con otra pulgada cubica de mercurio, y se vé que la ultima pesa catorce veces tanto, como la primera, se dice que la gravédad especifica del Agua respecto de la del mercurio es como uno á catorce.

Aunque no aseguramos que la gravédad sea esencial á la materia, pues puede concebirse sin esta inclinacion al centro de la tierra, sin embargo, una larga, y continuada experiencia nos hace creer, que entre todos los Cuerpos que conocemos no hay alguno esento de esta propiedad. Y

asi

asi los que creyeron que el humo, la llama, y otros Cuerpos que se mueven hacia arriba, estaban esentos de la gravedad, se engañaron por las apariencias, habiendoseles ocultado ciertas circunstancias, que los obligan á seguir esta direccion, y que si se les apartan, como se vé por los experimentos, al instante se vén caer, probando con su caída que pesan como los otros, y que siguen la misma direccion.

En la gravedad, como en qualquiera otra fuerza se puede considerar la direccion, y la intensidad, esto es, la cantidad de su accion respecto de los cuerpos.

La direccion de la gravedad siempre es la misma, y siempre es por una perpendicular al orizonte, si alguna vez acaso no la sigue, habrá algunos obstaculos que se lo impidan.

Por lo que mira à la intensidad, se puede preguntar: Primero, ¿si siempre es la misma en todo Cuerpo, y en todo lugar? Segundo, ¿si varía segun el estado de los Cuerpos? Tercero, ¿si puede aumentarse en el mismo movil, y la pro-

por-

porcion que guarda en el aumento?

En quanto á lo primero se responde, que nunca se puede medir la gravedad de un Cuerpo, por el camino que anda en tiempo determinado, porque siempre hay que vencer algunos obstaculos inseparables del estado natural, y algunas otras variaciones de parte del movil, que impiden se sepa con exactitud la medida de la gravedad primitiva, que se regula en un Cuerpo esferico, y pesado por de 15 á 16 pies en el primer segundo de su caída.

Debese advertir que apartando los intermedios, que resisten á la caída de los Cuerpos, á proporcion de la densidad de aquellos, y superficie de estos, la gravedad será igual en los pesados como en los ligeros, como demuestra la experiencia.

El peso de un Cuerpo, como ni su gravedad no varía, aunque varíen los varios estados que puede tomar el Cuerpo, de frio, calor, humedad, sequedad, solidez, fluidez, movimiento, quietud, &c. pues ni el peso, ni la gravedad varían, mientras se conserva en un Cuerpo la misma cantidad de materia.

Pero

Pero en quanto á la tercer pregunta se debe responder , que considerandose la gravedad como la velocidad , con que viene actualmente el Cuerpo de arriba á baxo , sin duda que no será la misma al fin que al principio de la caída. La gravedad siempre se hà de considerar , como unida al mismo movil en quien se exercita , y asi la velocidad actual de una bala de plomo , que hà cedido á su gravedad , durante un segundo , es mayor que la de el Cuerpo que haya cedido solo medio segundo.

Las experiencias con Cuerpos dexados caer de varias alturas hacen vér , no solo que la caída de los Cuerpos se acelera mas y mas à cada instante , sino tambien la progresion de velocidad que sigue dicho aumento.

Si la gravedad fuera una fuerza externa , como el golpe de un martillo , que al primer choque produce todo quanto puede dár de si , siempre seria igual la velocidad ; pero siguiendo siempre al movil , que à cada instante repite sobre él sus esfuerzos , resulta que la velocidad de un
Cuerpo.

Cuerpo que caé , no solo es la que tenia al empezar á caer , sino la suma de todos los grados adquiridos durante la caída , de donde se infiere , que la gravedad de un Cuerpo aumenta en razon de los quadradados de los tiempos , ó lo que es lo mismo , que los espacios andados desde el principio de la caída de un Cuerpo grave , son entre si como los quadradados de los tiempos , en los quales el Cuerpo caé , ó como el quadrado de las velocidades adquiridas en el tiempo de la caída ; y que los espacios andados en el 1 , 2 , 3 , 4 , y 5 , momento , son entre si como los numeros impares 1 , 3 , 5 , 7 , 9 , &c.

Con la misma proporcion , con que se le aumenta la velocidad á un movil , que tiende hacia el centro de la tierra , con la misma se le retarda , quando se dirige de á baxo para arriba.



LECCION XII.^A

DE LOS FENOMENOS QUE RESULTAN, quando el movimiento se compone de la gravedad, y qualquiera otra potencia.

SECCION PRIMERA.

Supuesto el conocimiento de la direccion, è intensidad de la gravedad, como dexamos expuesto, si las otras potencias que concurren con ella á mover un Cuerpo, llegan á conocerse, los diversos efectos que de ellas pueden resultar, serán siempre conformes á las leyes del movimiento compuesto. Veamos, pues, los casos mas generales, y de mas utilidad, é interés.

Quando un Cuerpo no obedece á su gravedad, algun obstaculo se lo impide, y este puede oponerse directa, ó indirectamente á la gravedad.

Si se opone directamente, y el obstaculo es invencible, el Cuerpo se está quieto, tal es el estado de una bola colgada de un hilo, ó descansando sobre un plano,

porque entonces el plano , y el hilo son dos obstaculos invencibles para la bola , que obrando directamente contra ella le anondan el impulso de su gravedad.

Si el obstaculo puede ceder opuesto directamente , entonces obrará la gravedad ; pero solo con el exceso al esfuerzo de la otra potencia , como se dixo en el movimiento simple , pero retardado.

Si el obstaculo obra indirectamente à la gravedad , y es vencible , entonces obliga al Cuerpo á baxar por una linea obliqua al orizonte , y en tal caso , ó bien la reaccion del obstaculo se proporciona á la accion de la gravedad , como un plano inclinado v. gr. , ó un hilo de que el movil està colgando , ó bien habrá una fuerza activa que tiene su valor determinado , como , por exemplo , el esfuerzo del brazo que arroja una piedra , ó el de la polvora encendida que despide la bala. Examinemos estos dos casos diferentes.

El plano inclinado , de que hablamos , es aquel que ni es vertical , ni horizontal , sino el que forma un triangulo con las dos dichas lineas.

V. 2 El

El plano será tanto menos inclinado, quanto mas se elevare sobre el plano horizontal.

El Cuerpo grave obligado á caer por una linea obliqua al orizonte, se considera como si obedeciese à dos fuerzas, cuyas direcciones son diversas, y entonces el movimiento sigue las leyes del movimiento compuesto, esto es, la diagonal de las dos potencias.

De donde se infiere, que nunca cae tan pronto un Cuerpo por un plano inclinado, como cayera por una linea vertical.

Reflexionadas bien las proporciones de la gravedad libre, y de su retardacion segun la inclinacion del plano; considerando como un conjunto de planos diversamente inclinados un arco de circulo, y la diferencia de longitud de un diametro á otra cuerda; se establecen las proposiciones siguientes.

Que un Cuerpo para baxar obliquamente por la cuerda de un circulo necesita tanto tiempo, como para baxar por todo el diametro de este mismo circulo puesto verticalmente.

Que

Que un móvil nunca cae tan presto por un arco de circulo, como por un arco de cycloide de la misma altura.

Que la caída de un Cuerpo por la cuerda de un circulo no es tan pronta, como la que se hace por el arco del circulo, á quien sostiene dicha cuerda, lo qual aunque es contra lo que regularmente se cree, que el camino mas corto se anda mas presto, la velocidad del móvil adquirida en el arco, y en su primer plano, no es suficientemente retardada, ó lo que es lo mismo vale mas que el trecho mayor, que tiene que andar en dicho arco, con respeto al del móvil que baxa por la cuerda, cuyo plano es mas inclinado.

Llamase vibracion, ú oscilacion de pendulo el movimiento de una bala de plomo, ó de otro Cuerpo equivalente colgado de un hilo, ó de una verga, que describe un arco revolviendose al rededor de un punto fixo, que está en la otra extremidad. Este punto fixo se llama centro de movimiento, y el extremo del hilo, ó verga con que la bola describe el arco, se llama centro de oscilacion.

Todo

Todo movimiento, que la gravedad dé á un Cuerpo suspendido, le obligará á subir todo aquello que baxó, quitando las resistencias, y por qualquier linea que fuere la direccion: Esto se prueba muy bien en un pendulo, cuyo centro de movimiento esté bien distante del de oscilacion, en el qual se vén describir los arcos casi iguales de un lado y otro.

SECCION 2.^A

DEL MOVIMIENTO DE UN CUERPO nacido de la gravedad, y de una fuerza activa uniforme.

Esta fuerza, que se exercita en el movimiento al paso que la gravedad, se llama fuerza proyectriz, como el esfuerzo del brazo para arrojar la piedra; el de la polvora para despedir la bala, &c.

Si la fuerza proyectriz es perpendicular al horizonte; como un volante que se eleva con la raqueta, entonces se opone á la gravedad, y esta la aniquila en breve tiempo.

Si

Si la fuerza proyectriz es horizontal, como la de la polvora en un cañon con semejante direccion, entonces siendo la fuerza proyectriz uniforme, y la de la gravedad aumentando cada instante, segun los quadrados de los tiempos, resultará una curva que se llama párbola.

Si la fuerza proyectriz es obliqua hacia arriba, como la de la polvora en un mortero, por las razones alegadas describirá la bomba una curva compuesta de dos parabolas unidas por el vertice.

Todo se prueba con la experiencia, y todo lo dicho no son mas que conseqüencias inferidas de la ley del movimiento compuesto.

LECCION XIII.^A

DE LA HYDROSTATICA.

Hayase Hydrostatica, la ciencia que tiene por objeto la gravedad, y equilibrio de los liquidos.

Aunque la gravedad de estos Cuerpos siga las leyes establecidas en general, sin em-

embargo, su estado particular de liquidez dá lugar á varios fenomenos muy esenciales, dignos de saberse, y que merecen particular atencion.

Los liquidos, segun la idea que nos formamos de ellos en la primer Leccion, son una materia, cuyas moleculas son muy diminutas, movibles entre si, y no tienen una coherencia sensible, de modo que cada una obedece libremente á su peso proprio; al contrario de los Cuerpos sólidos, cuyas partes están unidas, y trabadas unas con otras, resisten con mas, ó menos fuerza á su separacion, todas se mueven juntas, y exercitan en comun su gravedad.

Los fluidos compuestos de particulas tan sutiles, y movibles como las de los liquidos tienen tambien las mismas propiedades.

Para formarse una justa idea de la gravedad de los liquidos, ó de los fluidos, è imponerse facilmente de los fenomenos, que vamos à explicar, se deben considerar estos Cuerpos, como un conjunto de particulas, ó cuerpecitos sólidos, muy du-

ros con una total independencia unos de otros , que pesa cada uno de por si , y á proporcion de sus masas diminutas.

Los principales fenomenos , que explicaremos en la Hydrostatica , los dividiremos en tres Secciones : En la primera , examinaremos el modo como se exercita la gravedad de un licor compuesto de partes homogeneas , ó consideradas como tales : En la segunda , veremos el efecto de la mezcla de dos liquidos de diversa densidad ; y en la tercera , compararemos los Cuerpos sólidos con los liquidos , en los quales se sumergen.

SECCION I.^A

DE LA GRAVEDAD, Y EQUILIBRIO
de los Liquidos compuestos de partes
homogeneas.

LOS Liquidos , cuya gravedad y efectos vamos á experimentar , son aquellos cuyas partes son semejantes en un todo , esto es , en la figura , tamaño , y peso ; como , por exemplo , una cierta cantidad
X de

de agua será un conjunto de Cuerpos diminutos , movibles , y de iguales fuerzas para moverse de arriba á baxo.

Sobre estos principios vamos á establecer algunas proposiciones generales , que se conciben facilmente con el raciocinio , y se evidencian , y acreditan todas , y cada una de por si con la mas convincente experiencia.

PRIMERA PROPOSICION.

Los Liquidos pesan no solo en quanto á su masa total , sino tambien en si mismos , esto es , quanto á las partes de que se componen.

SEGUNDA PROPOSICION.

Las partes de un mismo liquido exercitan su gravedad , independientemente unas de otras.

Esta propiedad les viene de la ninguna coherencia que tienen entre si , y de que pueden separarse casi sin fuerza alguna , al contrario de los Cuerpos sólidos ,

cuyas partes están muy unidas unas con otras, y es muy difícil separarlas.

TERCERA PROPOSICION.

Los Liquidos exercitan su gravedad en todas direcciones, esto es, no solo pesan segun la direccion vertical de arriba á baxo, sino que tambien comprimen lateralmente los obstaculos que los detienen, y aún tiran á levantarse de á baxo arriba, en caso que lleguen á tener comunicacion con otras cantidades mas elevadas, y por consiguiente mas pesadas que ellos.

QUARTA PROPOSICION.

Todas las partes de un mismo liquido están en equilibrio entre si, sea en un solo vaso, ó en muchos que se comunican, quando su superficie superior está en un mismo plano horizontal.

Suponiendo que las partes de un liquido son perfectamente semejantes, estarán en equilibrio, ó se moverán hasta llegar á estarlo por ser iguales las fuerzas,

porque la fuerza de un Cuerpo que tira á caer, no es más que esta tendencia, y la cantidad de materia; aquella la hemos demostrado igual en todos los Cuerpos, y esta es la misma en todas las partes de un liquido homogéneo: Luego se seguirá, que la superficie inferior tendrá tanta fuerza para resistir, como la superior para impeler.

QUINTA PROPOSICION.

Los Liquidos exercitan su presión, tanto perpendicular como lateral, no á proporcion de su cantidad, sino á razón de su altura sobre el plano horizontal, y de lo ancho de la base en que estrivan. Esto es, que en caso que persevere siempre la misma altura, y fondo del vaso, se le podrá variar la figura, y la capacidad, de modo que una cantidad determinada de agua, por exemplo, podrá tener un esfuerzo doscientas ó trescientas veces mayor, segun el modo con que se empleare dicha agua, proposicion al parecer paradoxa, pero certisima, y de grande importancia en las máquinas hidraulicas.

LEC-

LECCION XIV.^A

SECCION SEGUNDA.

DE LA GRAVEDAD, Y EQUILIBRIO
de los liquidos diferentes en densidad.

EN la Leccion antecedente propusimos una idea de los liquidos en general, considerandolos como un conjunto de cuerpecitos sólidos, muy duros, independientes unos de otros, pesando cada uno de por si, y á proporcion de sus masas diminutas: Pero ahora para dár á conocer el efecto de dos liquidos de diferente densidad mezclados en un vaso, solo añadiremos á la descripcion dada, que los corpusculos de que se componen dichos liquidos, están tambien compuestos de otras particulas mas sutiles, muy trabadas, y adherentes entre si; siendo pues mayor, ó menor la densidad de estas moleculas, y ocasionando su figura, y tamaño mayor ó menor vacuo en el conjunto, es claro que los fluidos, ó liquidos que resultaren,

se-

serán tambien mas , ó menos densos.

Quando se comparan varios liquidos para saber su peso , ó la comparacion se hace entre volumenes de un tamaño sensible , como quando se compara el agua con el aceyte , ó con el mercurio en distintos vasos , ó solo se comparan las partes mismas entre si , como si se mezclase el agua con el vino , ó con el ayre en un mismo vaso ; de qualquier modo que esto se haga , la gravedad seguirá sus leyes como siempre , pero la fluidez será causa de nuevos efectos particulares , que vamos á examinar.

PRIMERA PROPOSICION.

La diferencia del peso , ó de la densidad de dos liquidos mezclados basta para separarlos uno de otro , con tal que no haya alguna causa mas fuerte que lo impida.

En efecto todo el mundo sabe por la experiencia , que el aceyte es mas ligero , que el agua , pues se vé nadar sobre ella , siempre que se echan juntos en un vaso,

y

y aunque se meneen , y sacudan por algun espacio de tiempo , basta la diferencia de su densidad à hacer que se separen , y que vuelva cada uno à tomar su antiguo , y correspondiente lugar ; sin embargo puede darse alguna causa , que impida el que se verifique semejante proposicion , como , por exemplo , quando se mezclan con fuerza el agua con el vino , la clara de huevo con el ayre , que se le une quando se bate , y hace espuma , el vino , y el aceyte en consistencia de unguento ; pues entonces la resistencia , que nace de las frotaciones , aumentandose à proporcion que se multiplican las superficies , es mayor que la diferencia de gravedad , que hay entre sus densidades , y esta es una causa , que impide por algun tiempo , el que se separen los liquidos de desiguales densidades.

SEGUNDA PROPOSICION.

Muchos liquidos , ó fluidos de diferente naturaleza pesan unos sobre otros

à

á proporción de su densidad , y altura. v

TERCERA PROPOSICION.

Dos líquidos de diferente densidad están en equilibrio , si teniendo la misma base , sus alturas perpendiculares al orizonte , están en razon reciproca de sus densidades , ó gravedades especificas.

Reconocida como verdadera la proposicion antecedente , como consta de la experiencia , pues poniendo en un Tubo de dos ramales un poco de Azogue equilibrado consigo mismo , se necesita en un ramal hechar una columna de agua de catorce lineas , para que en la otra suba el mercurio una sola ; será facil conocer la proporcion de densidades entre varios líquidos , comparando sus alturas quando estén en equilibrio , y del mismo modo que se saben las densidades comparadas las alturas , se puede juzgar de las alturas sabidas las densidades.

QUARTA PROPOSICION.

El Ayre es un fluido pesado , que exercita su presion por todas partes , como los liquidos.

Aunque se tratará á parte de las propiedades del Ayre , sin embargo , aquí se habla de su gravedad , como dependiente de la Hydrostatica.

Todos los efectos del Ayre , como pesado , son una consecuencia de los principios de esta ciencia , y solo se hace mencion de él en particular , por ser su gravedad uno de los mas curiosos , è importantes descubrimientos de estos tiempos : El vér subir el agua en las bombas aspirantes , ó atractivas á treinta y dos pies , y el Azogue en los Barometros á veinte y siete , y media pulgadas , no son mas que unas consecuencias de la presion del Ayre sobre la superficie de las aguas , y del mercurio hasta equilibrarse con una columna de él , cuyas alturas estén en razon reciproca de sus densidades : Por tanto , el Barometro sirve para darnos á conocer el

Y

peso

peso de la Atmosfera, que varía con la humedad, y sequedad.

LECCION XV.^A

SECCION TERCERA.

DE LA GRAVEDAD, Y EQUILIBRIO de los Sólidos dentro de los Liquidos.

Quando un Cuerpo sólido se mete dentro de un liquido, ocupa el sitio de un volumen del liquido, igual al volumen de dicho sólido, á no sèr una materia esponjosa, que admita en sus poros una cantidad del liquido, ó que sea un Cuerpo disoluble, cuyas partes desunidas entren en los poros mismos del disolvente, pues en uno y otro caso los volúmenes, y tamaños aparentes, tanto del sólido como del liquido, llegan á confundirse algun tanto, y quando se mezclan sucede comunisimamente, que ocupan menos sitio que el necesario para tenerlos separados: Pero por ahora solo suponemos los Cuerpos sumergidos como enteros, é im-
pe-

penetrables por los líquidos ; v. gr. una bola de marfil , que se mete en un vaso de agua , y la obliga á subir hasta los bordes del vaso.

Este volumen del líquido , que cede su sitio al Cuerpo sólido , pesa mas ó menos segun su densidad , porque los fluidos como los sólidos difieren entre si , á proporcion de la cantidad de materia propia, que abrazan baxo un cierto volumen.

En el caso de sumergirse un Cuerpo sólido dentro de un líquido se pueden suponer dos cosas : La primera, que la densidad del líquido en cuestión sea igual á la del volumen del sólido que lo desaloja: La segunda , que sea mayor ó menor , y entonces el exceso de cantidad del mas pesado respecto del mas ligero , se llamará aquí gravedad respectiva , como si , por exemplo , un volumen de agua , que pese una libra , cede su lugar á un solido que pese libra y media , la gravedad respectiva de éste , respecto del agua será de media libra.

PRIMERA PROPOSICION.

Un Cuerpo sólido sumergido está comprimido por todos lados por el liquido que lo rodea , y la presion que experimenta es tanto mayor , quanto mas denso es el liquido , y quanto mas sumergido esté el sólido.

Si se reflexiona en las proposiciones , que dexamos establecidas , y comprobadas en las Lecciones antecedentes , se verá que esta proposicion es una consequencia de ellas en sus tres partes , porque si los liquidos exercen su presion en todas direcciones , como se probó , si esta presion crece á proporcion de la altura , y si el equilibrio de los liquidos depende de la proporcion reciproca de sus densidades , y alturas , se infiere precisamente , que un sólido sumergido en ellos há de comprimirse , y que esta compresion será mayor , quanto mas profundamente esté sumergido , y quanto mas denso sea el liquido en que se sumerge.

Todos los animales , que habitan en el glo-

globo terraquëo, ó viven en el ayre, ó en el agua, y por consiguiente sufren la presión de uno ú otro, ó de entrambos, y haciendo un calculo bien sencillo, sabiendo quanto pesa una columna de agua, que se equilibra con otra de la Atmosfera, se saca que el ayre que nos rodea, nos comprime mas que treinta mil libras de peso.

SEGUNDA PROPOSICION.

Si el Cuerpo sumergido es mas pesado, que el volumen del liquido que cede su sitio, entonces su gravedad respectiva lo hará caer al fondo del vaso, como no haya impedimento.

TERCERA PROPOSICION.

La cantidad de peso, que pierde un Cuerpo dentro de un fluido, es igual á la del volumen del tal fluido, que cede su sitio.

QUARTA PROPOSICION.

Si el Cuerpo sólido pesa menos que un

un igual volumen del liquido , quedará parte de él sobre el agua , y la otra parte sumergida será la medida de una cantidad del liquido , que pesa tanto como el Cuerpo solido entero.

MODO PARA CONOCER LA GRAVEDAD especifica de un Liquido.

SE sumergirá en el liquido , cuya gravedad pretende conocerse un Cuerpo sólido de un determinado volumen, como, por exemplo , un dado de marfil de una pulgada cubica , y cuyo peso absoluto esté conocido , y sabiendo quanto menos pesa estando sumergido , la diferencia del peso absoluto al respectivo es la gravedad especifica del liquido que se pretende saber.

Conocida yá la gravedad especifica de un liquido , si se hace la misma operacion con otro liquido , y se comparan los dos , se pueden saber las gravedades especificas de dos liquidos.

Lo mismo sucede con dos sólidos , y lo mismo tambien para comparar la gravedad

vedad específica en un sólido con un líquido.

APENDICE SOBRE LOS TUBOS Capilares.

Llamanse Tubos capilares los tubos muy delgados, los quales se pueden considerar como una excepcion de las leyes de Hydrostatica arriba establecidas.

Sus propiedades son las siguientes: Sumergido un Tubo capilar dentro de un líquido, éste sube en él mas arriba de la superficie del mismo líquido del lado de afuera.

Esta propiedad se observa en todos los Tubos capilares, sumergidos en todos los líquidos, excepto en el Azogue, en el qual se mantiene mas baxo en el Tubo capilar.

Quanto mas estrechos son los Tubos, mas se levanta el líquido; pues siempre se verifica, que se levanta el líquido en ellos en razon inversa de sus diametros.

Todas estas propiedades son contrarias

á las leyes ordinarias de la Hydrostatica, y desde que se descubrieron, hán trabajado los mas de los Fisicos para investigar la causa, pero no se que el exito haya correspondido al zelo; baste haber indicado esta excepcion de las reglas de Hydrostatica constante en sus efectos; pues aunque se ignore la causa, no dexan de servir estas advertencias para explicar tal vez un fenomeno por otro, que es muy corriente en la Fisica quando las causas burlan nuestros esfuerzos.

SOBRE LA CAUSA DE LA FLUIDEZ, *y dureza de los Cuerpos.*

Quando se há explicado la naturaleza de los liquidos, se há dicho, que este estado depende de la movilidad respectiva de sus moleculas, ocasionada por una causa extraña, que regularmente era un mayor grado de fuego elemental entre ellas; y como el sér un Cuerpo duro es un estado opuesto al de fluidez, las causas de la una deben indicarnos las de la otra. Mu-

Muchos Cuerpos pueden adherirse entre si por la presion de un fluido que los cubre, y que los rodea por todas partes, y quanta mas superficie presenten á este fluido, excluyendolo de la superficie por la qual se tocan, se adherirán con mas fuerza, como se acredita en aproximando dos pedazos de marmol lisos, y humedos.

Se debe créer, que este fluido, ó esta materia sutil, que ocasiona la adherencia de los Cuerpos, es otra materia mas tenue que la del ayre, pues estos efectos subsisten tambien en el Vacuo de Boyle; y asi esta materia es la que consideramos como causa de la dureza, y fluidez de los Cuerpos, segun el modo con el qual obra sobre ellos, ó en medio de sus mismas partes; teniendo siempre presente, que la presencia del fuego elemental, como hemos dicho al principio, ocasiona la fluidez entre las moleculas de los Cuerpos, pero la de esta materia sutil la dureza, ó entre las partes de un Cuerpo, ó entre dos Cuerpos diferentes.

LECCION XVI.^A

DE LA MECHANICA.

EN las Lecciones precedentes se hán enseñado las propiedades , y leyes del movimiento , tanto para los Cuerpos sólidos , como para los fluidos , y ahora nos resta hablar de los medios , por los quales se puede emplear dicho movimiento con mas comodidad , ó con superiores ventajas.

Estos medios son sin duda las Maquinas , esto es , ciertos Cuerpos de una construccion mas ó menos simple , los quales transfieren la accion de una potencia sobre una resistencia , haciendola crecer , ó disminuir segun que se varian las velocidades del movimiento.

La ciencia que trata de las Maquinas , se denomina *Mechanica*.

Las Maquinas se dividen en dos especies , simples , y compuestas : Las primeras son como los elementos de las otras , y ellas serán de las que principalmente hablaremos , pues siendo las compuestas una mul-

multiplicación de aquellas, no inducen alguna mutacion esencial en sus propiedades.

Las Maquinas simples se pueden reducir á tres solamente, que son la Palanca, el Plano inclinado, y las Cuerdas.

En qualquier Maquina se deben considerar quatro cosas principales, que son la potencia, la resistencia, el centro de movimiento, ó hipomoclio, y la velocidad, con la qual se mueve la potencia, y la resistencia.

La potencia es qualquier fuerza sola, ó muchas juntas que concurren á vencer un obstaculo.

La resistencia es otra fuerza sola, ó un conjunto de muchos obstaculos, que se oponen á el movimiento de la Maquina, que la potencia quiere mover.

El centro de movimiento, punto de apoyo, ó hipomoclio es una parte de la Maquina, al rededor de la qual se mueven las demás.

La velocidad se regula por el espacio, que anda la potencia, y la resistencia en un tiempo determinado, ó los espacios

que correrían mirando á la disposición de la Maquina, si la una llevara la otra.

Empleandose muchas veces en la Mechanica la gravedad, ó pesadez de los Cuerpos, como potencia, ó resistencia, y variando su intensidad á proporcion que se acerca al centro de la tierra, como en las Maquinas nunca es mucha su extension, nos abstraherèmos de esta diferencia; igualmente consideraremos como paralelas las direcciones de dos pesos distantes entre si, aunque rigurosamente hablando no lo sean; y en fin para apartar todo lo que de algun modo pueda ser extraño en la presente Leccion, prescindirèmos tambien de la resistencia de los medios, y de las fricciones; obstaculos que no obstante se deben precaver en la práctica.

DE LA PALANCA.

LA Palanca, ó Vecte es una línea recta, que regla las distancias, y las posiciones de la potencia, de la resistencia, y del punto de apoyo.

Se

Se distinguen tres generos de Palancas, segun las diversas posiciones, que se le pueden dár á la potencia, á la resistencia, y al punto de apoyo. La Palanca de primera especie tiene el punto de apoyo entre la potencia, y la resistencia.

La de segunda especie tiene la resistencia en medio.

La de tercera especie tiene en medio la potencia.

La distancia de la resistencia, y potencia al punto de apoyo determina el camino que hán de andar, y por consiguiente sus velocidades, de donde se sigue:

1. Que aquel peso, que obra como potencia, ó resistencia en una Palanca horizontalmente, tiene tanta mas fuerza, quanto mas distante está del punto de apoyo.

2. Que dos masas iguales entre si sobre una Palanca no pueden estar en equilibrio sino estando á iguales distancias del punto de apoyo.

3. Que dos pesos desiguales exercitan uno contra otro fuerzas iguales, quando sus distancias al punto de apoyo están en razon reciproca de sus masas.

Es

Estas tres proposiciones se acreditan perfectamente con las experiencias, y son la base de toda la theoría de la Palanca, y mucho mas el fundamento del mecanismo de los esfuerzos considerables del movimiento muscular, atendidas sus direcciones, distancias, é intensidad de fuerza, como mas extensamente se puede vér en el tratado *de motu animalium* del celebre Borelli.

Quando las direcciones de la potencia, y de la resistencia son obliquas á la longitud de la Palanca, puede suceder que las dos lo sean igualmente, ó que una sea mas obliqua que la otra: En este caso sucederá lo siguiente.

1. El esfuerzo de una potencia es el mayor que puede sér, quando su direccion es perpendicular al brazo de la Palanca, en cuya extremidad obra.

2. Dos fuerzas que obran una contra otra en los dos brazos de una Palanca, guardan entre sí la misma proporcion, si sus direcciones pasan de perpendiculares á sér igualmente obliquas á la Palanca.

3. Si estas direcciones reciben diferentes grados de obliquidad, esto es, que la una fuerza forme con la Palanca un Angulo mayor, ó menor que la otra, la que se apartase mas del Angulo recto, hará la potencia mas debil.

Estas proposiciones se evidencian tambien con unas experiencias muy sencillas, que no dexan la menor duda de su exactitud, y certeza, dando lugar á inferir los efectos, que se deben esperar de las diferentes situaciones, y direcciones, que se les dán á muchas Maquinas, que en la realidad no son mas que unas Palancas, yá de primera, yá de segunda, ó tercera especie.

Asi siendo la Balanza, y la Romana dos Palancas, se debe tener cuydado, en que las direcciones de las potencias obren con igualdad de direccion, y se hace inteligible, como en la segunda un Pilon, ó peso de pocas libras se equipondera con un peso de muchos quintales, á proporcion que se aparta del punto de apoyo, y que el brazo de la Palanca es mas largo de su parte, y por consiguiente suple la velocidad por la masa.

LEC-

LECCION XVII.^ADE LAS MAQUINAS COMPUESTAS
de la Palanca.

DE LA GARRUCHA O POLEA.

LA Poléa, ó Garrucha (á quien algunos tienen por Maquina simple) es un Cuerpo redondo , y ordinariamente plano , movible al rededor de su centro.

Esta puede servir , y considerarse como una Palanca del primer genero de brazos iguales , sobre la qual dos potencias , cuyas fuerzas son iguales , estarán en equilibrio , aunque tomen diferentes direcciones , y en la que las potencias que se aplican obran con tanta mayor fuerza , quanto es mayor su distancia al exe , el qual se halla cargado de la suma total de la potencia , y resistencia.

Tambien sirve la Poléa como Palanca de segundo genero , en la qual pueden considerarse la potencia , y la resistencia paralelas entre si , ó inclinadas una á otra,
exer-

exerciendo mas fuerza en el primero que en el segundo caso , pues en aquel la potencia solo sufre la mitad del esfuerzo de la resistencia , y si varía despues la direccion con otra Polea , no sostendrá mas que la quarta parte : De donde se infiere las ventajas , que resultan en la diminucion de potencia , para vencer grandes resistencias con el uso de Motones , ó polipastos , que son otras tantas Poleas compuestas , contenidas en una misma Caxa.

DE LA RUEDA.

UNA Rueda es un Cuerpo redondo, regularmente plano , y movable sobre su centro : Se mueven de dos maneras , ó en un mismo lugar al rededor de su exe , como las de los Relojes , ó variando de sitio , como las de los Coches.

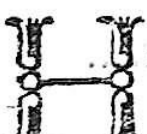
La Rueda que no tiene mas que un movimiento circular , debe considerarse como una Palanca de primer genero , y la otra como del segundo.

Aa

Los

Los Tornos y Cabrestantes, cuya diferencia está solo en la posición, deben considerarse también como Palancas de primer género, y en que se demuestran las propiedades de las Poleas y Ruedas.

DE LA SEGUNDA ESPECIE DE Maquina simple, esto es, del Plano inclinado.

 Ablando de la caída de los Cuerpos graves definimos el plano inclinado, por el que ni es perpendicular, ni horizontal.

El plano inclinado es una Maquina simple, que sostiene un Cuerpo tanto mas, quanto es mayor su inclinacion; y por consiguiente una potencia aplicada à sostener un Cuerpo sobre un plano inclinado no tiene necesidad de ser igual al peso de este Cuerpo, y en efecto la experiencia prueba, que una pequeña fuerza sostiene à otra mayor sobre un plano inclinado, y que la sostiene mas bien si su direccion es paralela á la del plano inclinado.

La

La proporcion de la potencia á la resistencia en un plano inclinado se halla en los terminos , que contiene esta proposición.

El peso del movil es á la potencia que lo sostiene , como la altura del plano inclinado á su longitud.

DE LAS MAQUINAS COMPUESTAS *del Plano inclinado.*

Entre las Maquinas , que obran como planos inclinados , las mas simples , cuyo uso es mas común , son las cuñas , y los tornillos.

Llamase cuña un Cuerpo duro , compuesto de tres planos , que terminan dos triangulos ; en donde se halla el Vertice de los triangulos , está el cortante de la cuña , y en donde la base de aquellos la base de esta.

De la figura de la cuña , y de los efectos que resultan de su uso , parece se deducen los siguientes Corolarios.

Que se puede usar ventajosamente de

la cuña para vencer grandes resistencias.

Que su accion es tanto mas poderosa, quanto es mas aguda.

Y que la proporcion de la potencia á la resistencia, quando están en equilibrio por este medio, es como la base de la cuña á su altura.

El tornillo es un Cilindro, ó un cono muy prolongado, sobre el qual está formada una garganta en forma espiral: El filete, que separa las vueltas de la garganta, se llama rosca, y el hueco que queda se llama muesca.

Lo que se puede establecer en general con respecto á esta especie de plano inclinado, exceptuando los obstaculos que dependen de las frotaciones, es que:-

La potencia es á la resistencia en caso de equilibrio, como la altura de la rosca es á la circunferencia, que describe la extremidad de la Palanca con que se obra, es decir, en razon reciproca de sus velocidades.

DE LA TERCERA ESPECIE DE Maquina simple , esto es , de las Cuerdas.

LAS Cuerdas son unos Cuerpos largos, y flexibles , algunas veces simples , pero mas comunmente compuestos de muchas fibras , ó hilos de materia animal , vegetal , ó mineral.

El uso de las cuerdas en la Mecanica es.

1. Para mudar la direccion del movimiento.

2. Para transportar la potencia , ó resistencia á sitio comodo.

3. Para contener , y ligar algunos Cuerpos expuestos por si á separarse.

Las cuerdas por si mismas ni aumentan , ni disminuyen la intensidad de las fuerzas ; sin embargo se deben considerar en ellas su peso , su direccion , y rigidez , que cada una de estas circunstancias debe contarse tal vez de parte de la potencia , y tal vez de parte de la resistencia.

La sequedad , y humedad que pueden

den percibir las cuerdas, hará que tal vez se acorten , y tal vez se alarguen , pues el agua introducida entre sus fibras obra como cuña apartandolas una de otra , y aumentando su grueso á expensas de su longitud.

Con este motivo hán procurado algunos por este medio saber el estado de humedad , y sequedad de la Atmosfera.

Los medios , ó instrumentos de que se hán valido , llamados Hygrometros , no son mas que un pedazo de cuerda de cáñamo , ó de tripa , que acortandose , ó alargandose , torciendose , ó destorciendose señala la mayor , ó menor humedad que reyna en el ayre : Sin embargo , todo lo que se puede saber por el Hygrometro de cuerda , es si hay mas , ó menos humedad en el ayre que el dia precedente ; pero no se determina por ellos quanto se aumenta , ó disminuye la humedad , ó sequedad en uno , ò otro tiempo , que es lo que haría comparables esta suerte de instrumentos ; faltandoles esta ventaja no deben contarse entre el numero de instrumentos meteorologicos.

LECCION XVIII.^A

Despues de haber expuesto en las Lecciones antecedentes las propriedades de primer orden de los Cuerpos , las que convienen á estos en ciertos estados , como el de fluidez , las leyes que siguen todos en su movimiento , y los medios de que nos podemos valer para servirnos de ellas con utilidad , y ventajas ; pasarèmos ahora à exponer las propriedades , que afectan con particularidad à ciertos , y determinados Cuerpos , en especial los que consideramos como elementos , entre los quales ocuparán el primer lugar las reflexiones:-

SOBRE LA NATURALEZA , Y PRO- priedades del Ayre.

A Penas se hallará otra materia , cuyo conocimiento nos interese tanto , como el del Ayre: Este fluido , en el qual nos hallamos sumergidos desde el instante
de

de nuestro nacimiento , y sin el qual no podemos vivir , merece la atencion de todos los racionales que lo respiran : Siempre tenemos algo que esperar , ó que temer de las mutaciones de que es susceptible : Por las propiedades , è influencias del Ayre dá la naturaleza el acrecentamiento , y la perfeccion á todo lo que produce para nuestras necesidades y usos , y por este mismo transporta , y distribuye los principios de la fecundidad á diferentes partes de la tierra.

El sonido , la voz , la palabra misma son un Ayre herido , y un soplo modificado , que viene á ser el vehiculo de nuestros pensamientos , y que tiene facultad para excitar , y calmar nuestras pasiones.

Por qualquier parage que caminemos sobre la tierra , yà mudando de clima , yà elevandonos desde los valles mas profundos á la cima de las montañas mas eminentes , siempre se hallará Ayre : No se conoce lugar alguno , ni algun tiempo en que este fluido haya faltado. Esta consideracion nos autoriza á creer , que el globo en que no-

otros habitamos , está rodeado de Ayre por todas partes , y esta especie de circuito , ó cubierta , que se llama comunmente la Atmosfera , tiene funciones tan notables , y tanta parte en el mecanismo de la naturaleza , que se puede muy bien creer que haya comenzado con la tierra , y que debe durar tanto como ella.

En qüalidad de Atmosfera terrestre tiene el Ayre ciertas propriedades , que no le pertenecen cuándo solo se considera una pequeña porcion de él , y se abstrahé de qualquiera otra materia estraña que se le mezcle. Como estas propriedades no son sino accidentales , y no proceden directamente de la naturaleza del Ayre , sino mas bien de su cantidad , de la figura de su masa , de su mezcla con otros Cuerpos , &c. será muy conveniente empezar estableciendo primero las propriedades , que le afectan siempre en calidad de Ayre , y examinar despues las que tiene como Atmosfera terrestre , yá se considere en quietud , yá en movimiento.

El Ayre considerado en si mismo in-

dependiente del tamaño , y figura de su masa es una substancia material , y que tiene como Cuerpo , los principales atributos que los caracterizan , como son la extension , divisibilidad , resistencia , &c.

El Ayre es una substancia determinada , cuya naturaleza es fixa , y cuyas partes integrantes son homogeneas.

Su fluidez es tal que no la vemos cesar jamás , mientras sus partes se tocan , y que su contiguidad no se interrumpe por una grande cantidad de materia estraña.

La fluidez del Ayre es muy verosimil , dependa de su grande elasticidad , pues el resorte que sus partes tienen , tira siempre á rarefacier la masa que componen , pues la mas fuerte compresion solo puede apretarlo , pero no puede forzarlo ; por este medio dichas partes conservan aquella movilidad respectiva , en que consiste la fluidez.

Sabiendose yá por un numero infinito de observaciones familiares , que el Ayre es material , y que sus partes reunidas forman una masa resistente , movable , y capaz

paz de mover otros Cuerpos, se dexa inferir que es pesado, pues aunque la pesadez no sea un atributo esencial á la materia, y que la podemos concebir sin esta tendencia al centro de la tierra, no obstante no tenemos exemplo, que nos autorize para exceptuar al Ayre de esta ley comun, y debemos presumir que está sujeto á ella, como los otros Cuerpos sublunares.

Pero muy lexos de tener alguna razon para atribuir al Ayre una ligereza absoluta, nos obligan un sin numero de hechos á reconocer su pesadez, y entre ellos la sencilla experiencia de pesar un globo lleno de Ayre, y despues volverlo á pesar quando se há extraido el Ayre de él por la Maquina Pneumatica, viendo la diferencia en el peso, no nos queda la menor duda de la pesadez absoluta del Ayre.

Esta pesadez del Ayre es tanto mayor, quanto mayor es su densidad, pues esta no es otra cosa que el mayor numero de partes de él baxo un volumen determinado, y asi de la densidad del Ayre depende su gravedad especifica. La

La densidad del Ayre es mayor ó menor , no solo segun los grados de frio , y calor , como sucede con las densidades de los otros Cuerpos , sino tambien por la mayor , ó menor compresion al modo de los Cuerpos elasticos.

El mismo peso del Ayre hace , que se halle mas denso , quanto mas se comprime á si mismo ; y asi el que respira en un valle , respira un Ayre mas denso , que el que lo respira en la cima de un monte ; pero lo que hay que notar , es que su fuerza sobre el Cuerpo que lo comprime es siempre igual á la fuerza comprimente , lo que prueba que la reaccion es igual á la compresion , y manifiesta tambien con mil experimentos la elasticidad de que goza el Ayre , que es una de sus propiedades mas manifestas , y en sumo grado.

Entendiendo bien el modo con que obra el Ayre , yá por su peso , yá por su resorte , se explicarán facilmente una infinidad de hechos curiosos , que há dado á conocer el uso de las Maquinas Pneumaticas , y la facilidad que se há adquirido de

noticias que se han ha-

hacer el vacío, disminuyendo la densidad del Ayre en mucha parte.

LECCION XIX^A

*SIGUEN LAS PROPIEDADES DEL
Ayre.*

LOS mismos fenomenos que resultan del peso, y rarefaccion del Ayre, ó los efectos que produce, el que se queda en su densidad natural, contra otra porcion que se debilita por medio de la rarefaccion (que evidencia la gravedad absoluta, y elasticidad del Ayre) los mismos resultan dexando una parte de él en su natural densidad, y condensando, ó comprimiendo otra porcion de él, pues entonces á proporcion de la compresion aumenta tambien su resorte, y lo manifiesta con la fuerza que obra contra aquellos Cuerpos, que se exponen á su accion; asi se verifica en las fuentes, cuyas aguas saltan por compresion del Ayre, y en ciertas Escopetas, ó
Pis-

Pistolas que llaman de Viento, en las que la violencia con que sale la bala, es efecto del resorte del Ayre que obra contra ella, habiendo estado antes violentado con la compresion.

El volumen del Ayre se puede reducir, segun Boyle, à un espacio trece veces mas pequeño por la compresion.

El calor, y el frio aumentan, y disminuyen la densidad del Ayre; no siendo el frio mas que una qualità negativa, los efectos de la mayor ó menor rarefaccion dependen del mayor ó menor calor, por lo que se puede decir, que el calor aumenta el volumen del Ayre, y que el calor aumenta su resorte à proporcion de la presion que lo oprime, de suerte que un mismo grado de calor, aplicado à un Ayre dos ó tres veces mas condensado, le dà un resorte doble, ó triple, como lo acreditan las experiencias: Sin embargo, todas las que se hân hecho hasta aqui, solo manifiestan que una cantidad de Ayre sujeto al peso de la Atmosfera, y que tiene la misma temperatura

que

que el yelo , tiene un volumen solo tres veces menor , que no tuviera con la misma presion , y á un calor capaz de hacer ascua al vidrio , por lo que se puede decir , que el volumen del Ayre quando empieza á helar , es respecto del que está en el calor del agua hirviendo , como dos á tres.

De quantos usos tiene el Ayre , ninguno es mas freqüente , mas notable , ni mas necesario , que el de la respiracion , movimiento que en parte depende de una determinada densidad en el Ayre ; pues ni se respira bien en un Ayre demasiadamente rarefacto , ni en otro que sea demasiadamente denso.

Asi un Animal colocado en un recipiente en la Maquina Pneumatica , al paso que se rareface el Ayre , vá perdiendo la vitalidad , porque le falta la presion á su superficie para contrarrestar el resorte que tiene el Ayre encerrado en sus vasos , y dilatandose este al paso que se rareface aquel , falta el equilibrio entre las oscilaciones de los sólidos , y por consiguiente la vida.

Los

Los demás fenómenos concernientes á las funciones naturales , dependientes de las propiedades del Ayre , mejor lugar ocuparán en unas explicaciones Phisiologicas , que no en unos elementos puramente Fisicos.

Otra propiedad de la elasticidad del Ayre , es la inflamacion de las materias combustibles , pues una vela encendida se apaga en rarefaciendo el Ayre , y ni la misma polvora chispèa , sino se inflama en un Ayre puro , y libre ; no por otra causa que por la mayor elasticidad del Ayre , el fuego arde mucho mejor , y la leña se consume mas presto en tiempo de grandes frios , y al contrario un brasero lleno de ascuas se apaga muy pronto , si se pone al Sol , especialmente en el Estio.

Por eso cesan los incendios , quando empiezan en lugares , que se pueden cerrar por todos lados , si sus paredes son capaces de resistir á los esfuerzos del Ayre , y de los vapores que se dilatan por adentro.

Hasta aquí hemos recorrido las principales

principales propiedades del Ayre que rodea los Cuerpos , pero este fluido se halla tambien en sus partes interiores llena los vacios , entra por decirlo asi en su composicion , como el agua de un Estanque , ó de un Rio penetra los Arboles , las piedras que alli caen , y tiene su lugar en las concreciones que alli se forman.

En qualquier estado que estén los Cuerpos , se halla Ayre en ellos ; los licores contienen mucho , los Cuerpos sólidos por la mayor parte contienen mas , y lo mas particular en estos sobre todo es , que la cantidad de Ayre que se halla encerrado en ellos , excede frecuentemente ciento , ó ciento y cincuenta veces á su volumen , quando se halla separado , y no está contenido por el peso de la Atmosfera.

De quatro modos puede extraherse el Ayre de un Cuerpo : Primero , teniendo-lo algun tiempo en el vacio : Segundo , haciendolo calentar mucho : Tercero , dividiendolo , y desuniendo sus partes por via de fermentacion , ó disolucion : Quarto , en fin haciendolo pasar del estado de li-

quido al de sólido, como quando se yela el agua.

Los dos primeros medios, y tal vez el quarto no separan mas que las partes mas gruesas del Ayre, quiero decir, el que se halla en los poros mas abiertos, y está mas dispuesto á extenderse, y dilatarse. Por el tercer medio se separan las partes menores, aquellas á quienes una extrema pequeñez hace casi inflexibles.

A este Ayre sacado de los Cuerpos dán los Fisicos el nombre de Ayre facticio.

Que la cantidad de Ayre, que se saca de los Cuerpos por los quatro modos dichos, iguale casi el volumen de los Cuerpos de donde sale, es una maravilla que no se há podido créer, sino por la experiencia; pero que este Ayre extrahido, y sujeto al peso de la Atmosfera, excede un gran numero de veces al tamaño de los mismos Cuerpos que los contenian, es cosa que no se puede oír sin admiracion, y nos inclinariamos á dudarlo, si los Autores mas acreditados no huvieran apoyado sus

tes-

testimonios sobre un plan bien circunstanciado de sus pruebas.

De estas se saca , que el Ayre intimamente mezclado con otras materias está en un estado diferente de aquel , en que le vemos quando está separado : Este estado suponen algunos es , quando sus partes no se tocan , sino están intimamente aplicadas á las partes mismas del Cuerpo que las contiene , como unos hilos de algodón , que envolviesen algunos granos de arena , formarían un todo poco flexible , pero si se separasen los hilos , y se juntasen , formarían un volumen mayor que el de los granos de arena , adquiriendo tambien despues de juntos la flexibilidad , y resorte que antes apenas tenían.



LECCION XX.^A

PROSIGUEN LAS PROPIEDADES
del Ayre.

DEL AYRE CONSIDERADO COMO
Atmosfera terrestre.

EN la Leccion pasada hemos visto, que la mayor parte de las materias terrestres contiene mucho Ayre entre las particulas de que se compone, y al contrario tambien una masa de Ayre se halla siempre mezclada con algunas substancias estranas, y de ella (como de qualquier otro Cuerpo) puede decirse, que jamás está perfectamente pura, esto es, que encierra siempre en su volumen alguna otra materia distinta de la suya.

Quanto se exhala de la tierra, de las aguas, de los animales, y de las plantas pasa inmediatamente á este elemento, que respiramos, en que vivimos, y que se llama Atmosfera, porque envuelve en si por todas partes al globo en que habitamos.

Para

Para convencernos de que la Atmosfera se carga de las exhalaciones de la tierra, basta el ver todos los dias la disipacion de infinitas substancias, que perdemos de vista, y la opinion fundada, y admitida de todos, que ninguna cosa criada se aniquila; un mixto se deshace en el fuego, y sus partes mas sutiles se levantan en humo, y llama.

Un Perro, y un Caballo muerto se disminuyen por horas hasta desaparecer del todo, pero esto no acontece sin inficionar las cercanías con el olor pestifero que exhalan. Finalmente nadie ignora que el licor de un vaso destapado se evapora hasta la ultima gota.

Con que segun esto la Atmosfera terrestre es un fluido mixto, un Ayre impregnado de exhalaciones, y vapores.

Su estado varia segun los tiempos, y lugares, porque no en todas partes es igual la cantidad, y qualidades que entran en la mezcla.

De dos modos puede considerarse la Atmosfera: Primeramente como un fluido

en

en quietud, que por todas partes pesa igualmente sobre la tierra, que recibe de ella materias de distintas naturalezas, que las sostiene algun tiempo, que las vuelve á dexar caer, y que nos comunica el calor, y el frio que puede recibir.

Lo segundo, como un fluido agitado, cuyos movimientos pueden recibir distintas modificaciones, y examinando la Atmosfera de estos dos modos verèmos sus principales propiedades.

DE LA ATMOSFERA CONSIDERADA como un fluido en quietud.

Quando se habla de la quietud de la Atmosfera, no es en un sentido absoluto, ni en toda la Atmosfera, pues en rigor sus partes siempre están en un continuo movimiento de rarefaccion, condensacion, ó yá sea de revolucion anexa al globo terrestre en sentir de los Copernicanos, &c. Con que quando se mire en quietud, es abstrahiendola de sus principales movimientos, y no atribuyendole este estado absoluto.

Toda materia perteneciente al globo terrestre tiene tendencia á su centro, y siendo la Atmosfera un compuesto de Ayre, y de un extracto de casi todos los Cuerpos sublunares, cuya pesadez queda probada, no se puede dudar que pese sobre nosotros.

Este peso es el de un fluido, con que deberá crecer, ó disminuir á proporcion de la altura de sus columnas, y de lo ancho de sus bases: Esto se prueba comparando la altura, á que regularmente se mantiene el mercurio en el Barometro, y lo que sube y baxa conforme se transporta desde un sitio muy profundo á una cima muy elevada, para comparar la diferencia del peso de una columna de la Atmosfera á otra.

Hemos dicho, que se encontraban en la Atmosfera partes exhaladas de casi todos los Cuerpos sublunares, y en efecto se pueden distinguir en dos clases todas las materias, que se levantan de la superficie de la tierra á la Atmosfera: La una comprehende baxo el nombre de vapores todo lo que tiene algo de la naturaleza del agua; en

en la otra se colocan todas las partes salitrosas, sulfureas, crasas, y espirituosas, y esto es lo que llaman exhalaciones.

Todas estas substancias, tanto las que se exhalan, quanto las que se evaporan, estando diferentemente modificadas, ó mezcladas, forman, y producen efectos que varían mucho, y que se conocen baxo el nombre de Meteoros. Estos se distinguen en tres especies, es á saber; los que producen los vapores solos, y que se llaman Meteoros aqüeos, como la niebla, las lluvias, las nubes, el granizo, la escarcha, &c. los que nacen de unas exhalaciones que se encienden, y se llaman Meteoros inflamados, tales son los rayos, los relampagos, los fuegos fatuos, &c. y aquellos que resultan de los vapores, y exhalaciones conuinadas con la luz, y que se pueden llamar Meteoros luminosos, como el Arco Iris, las Parhelias, &c.

De los Meteoros inflamados, y luminosos se hablará, quando del fuego, y de la luz.

Durante el dia los rayos del Sol ca-
lien-

lientan la Atmosfera , y la tierra ; luego que se pone este Astro , el calor que há causado mengua poco á poco , pero se conserva mas tiempo en los Cuerpos que tienen mas materia , de suerte que de noche el agua , y la tierra están mas calientes que el Ayre , y entonces la materia del fuego tirando á esparcirse uniformemente , como todo fluido , pasa de la tierra al Ayre , y lleva consigo las partes mas sutiles , y aqüeas de los Cuerpos terrestres , y de aquí nace aquella humedad , que se percibe en la ropa en las noches de sereno , ó relente.

Al salir el Sol con su calor se enraece la Atmosfera , y dexa caer , ó precipitar estos mismos vapores , y es lo que se llama rocío , que puede ser mas , ó menos nocivo , segun los climas , por la naturaleza de las particulas de que se compone.

Cierta disposicion de la Atmosfera , y un concurso de circunstancias , que sería difícil enumerar , obligan algunas veces á levantarse de la tierra un gran numero de

vapores gruesos, que se llaman Nieblas; y si estas se elevan muy altas, y en bastante extencion, andan vagüeando á discrecion del viento por la Atmosfera, y se llaman Nubes; asi aún en el tiempo que no llueve, son las Nubes otras tantas cargas de agua, distribuidas por los vientos en diversos parages, y espesandose tal vez yá por la accion de los vientos, yá por la condensacion del Ayre que las lleva, sus partes reunidas en gotas quedan mas pesadas, y forman al caer lo que se llama Lluvia.

El frio que se halla tal vez en la region de las Nubes, no solo condensa los vapores, y los convierte en lluvia, pero siendo suficiente para helarlos, caen en Nieve, ó en granizo.

LECCION XXI.^A

DE LA ATMOSFERA CONSIDERADA como un Fluido en movimiento.

SE observan en el Ayre de la Atmosfe-

ra dos especies de movimientos: El uno es una concusion imprimida en las partes de este fluido, que los agita por algunos instantes sin sacarlas de su lugar, y se llama Sonido: El otro es una mutacion local succesiva de un gran volumen de Ayre con una velocidad sensible, y una direccion determinada, y este se llama Viento.

El Sonido nace comunmente del choque, ó colision de dos Cuerpos, cuyas partes agitadas se estremecen, y hacen estremecer hasta cierta distancia al fluido que las circunda, y este movimiento tremulo se comunica á otros Cuerpos, que son capaces de él, y que se hallan en esta esfera de actividad. Se puede considerar el Sonido, primero en el Cuerpo sonoro: Segundo en el medio que le comunica: Tercero en el organo en que se recibe su impresion.

Se llaman Cuerpos sonoros aquellos, cuyos sonidos despues del choque, ó frotamiento que los hace nacer son distintos, comparables entre si, y de alguna duracion.

Solo los Cuerpos elasticos son verdaderamente sonoros , y su sonido es siempre proporcionado á sus vibraciones , tanto en la duracion , quanto en la intensidad , ó fuerza.

Las vibraciones de un Cuerpo sonoro se pasarían en un perfecto silencio , sino hubiera entre él , y nosotros alguna materia capaz de recibir , y transferir esta especie de movimiento. Pero aún quando el mismo Cuerpo sonoro obrase sobre una materia , la propagacion del sonido no tendria lugar , si esta materia inflexible , ó muy molle no fuera capaz de animarse con el mismo movimiento que él ; por consiguiente se necesitan dos condiciones en el medio que transmite el sonido , á saber , una cierta densidad , y una suficiente elasticidad , porque el movimiento de vibracion nace del resorte de las partes.

El Sonido corre ciento setenta y tres toesas por segundo en un tiempo calma , pero si el viento sigue con él , se acelera á proporcion , y lo mismo se retarda si el viento sigue una direccion contraria.

El

El Sonido aumenta quanto mas aumenta la densidad, y elasticidad del Ayre, y disminuye en la proporcion en que crece el quadrado de la distancia.

Supuestas estas nociones generales en quanto al Cuerpo sonoro, y al vehiculo por el qual se nos transmite, veamos qual es el organo, en donde se hace la impresion.

El Oído es sin duda el organo, en donde se reciben las impresiones de los Cuerpos sonoros, y que tiene por objeto el ruido, y el sonido de que acabamos de hablar.

La Oreja es la primer parte de dicho organo, en donde se reunen los rayos sonoros, para que con mas vehemencia hagan su impresion en las fibras nerviosas, en donde se perfecciona la sensacion.

Una circunstanciada exposicion anatomica de esta parte, daría desde luego á conocer el modo Mechanico como se produce esta sensacion en el organo del Oído, pero suponiendo yá conocida tanto la estructura de él, quanto su función phisologica, me detengo solamente en manifestar los

los fenomenos Fisicos, que dependen del vehiculo que los transmite diversamente modificado.

Si las partes del Ayre son diferentes en magnitud, deben serlo tambien en sus grados de elasticidad.

En quanto á la impresion de los sonidos en el organo es necesario acordarse, que la lamina espiral, á quien se debe mirar como parte principal, es un conjunto de fibras nerveas que van siempre en disminucion, cada una tiene una elasticidad proporcionada á su tamaño, lo que la hace capaz de moverse solamente por las vibraciones de una determinada repeticion; y asi quando llegan al oído dos tonos diferentes al mismo tiempo, cada uno hace su impresion sobre la fibra que tiene una elasticidad analoga con la frecuencia de sus vibraciones, y estas dos sensaciones separadas producen dos ideas distintas; pero si son muchas al mismo tiempo se confunden, y no se perciben separadamente.

Otra de las condiciones, que necesita el organo para que se pueda juzgar lo que se

se oye, es que la impresión sea moderada, porque si es muy endeble no se percibe, y si es muy fuerte transtorna, como un ruido de una descarga de Artillería, ó cosa semejante.

El segundo movimiento, que puede recibir la Atmosfera, es una translacion de una parte de ella, ó del Ayre, que se mueve como una corriente, con una velocidad, y direccion determinada, y es lo que se llama Viento.

Este Meteoros en quanto á su direccion toma diferentes nombres, segun los puntos del Orizonte de donde viene, y asi se llama Viento Norte, Sur, &c.

Principalmente se distinguen tres generos de Vientos, generales, ó constantes, periodicos, y variables.

En quanto á sus causas nos falta mucho para hallarnos bien instruidos especialmente en las remotas.

En general se dice, que los vientos nacen de la falta de equilibrio en el Ayre: ¿Pero quién le ocasiona semejante falta de equilibrio? El frio, y el calor mudando la

la densidad del Ayre pueden contribuir muy bien.

Tambien pueden tener parte las exhalaciones, que se unen, y fermentan juntas en la region media del Ayre.

Se citan igualmente como causas de los vientos el descenso de las nubes, su reunion, y grande cantidad de Ayre que se desprehende de los mixtos en algunos parages, y en ciertas estaciones.

Para inteligenciarse mas á fondo sobre esta materia, es necesario leër las obras en donde exprofeso se trata, como las de Muskembroek, Halley, Derham, Mariote, y Homberg, en las quales hallarán con que satisfacer su desèo los curiosos

LECCION XXII.^A

SOBRE LA NATURALEZA, Y PROPIEDADES del Agua.

Difícil sería decidir si el Agua es menos necesaria, ó menos util que el Ayre, porque aunque no podemos vivir sin

sin respirar Ayre , sin embargo , si se hallara despojado de cierta humedad que siempre lo acompaña , sentiríamos mucho su sequedad , ó por mejor decir sería tan insuficiente para nosotros el Ayre sin Agua , como lo es para los peces el Agua sin Ayre. Es el Agua la bebida natural de todos los animales , y si acaso algunos viven sin probarla , es porque usan de otras bebidas , cuya base principal es el Agua. Vamos á exponer en un breve resumen los principales caracteres del Agua , su origen , los diferentes estados en que puede considerarse , y los efectos generales de que es capaz ; por consiguiente debemos examinarla como liquido , como vapor , y como yelo.

DEL AGUA CONSIDERADA COMO

Liquido.

U Ablando con exactitud el estado natural , que el Agua tendría , sino se mezclara con su materia otra cosa , sería el de un Cuerpo sólido , como lo prueba

Ee

muy

muy bien Boerhaave , y en efecto estaría continuamente helada , si la materia del fuego , que la penetra ordinariamente en suficiente cantidad en los climas templados, no mantubiera la movilidad respectiva de sus partes para hacerla fluida.

El Agua que no está helada , es un licor insipido , transparente , sin color , sin olor , que penetra muchos Cuerpos , y que apaga el fuego.

La fluidez del Agua , como la de qualquier otro liquido , proviene del fuego que la penetra , y pone sus partes en estado de poder rodar unas sobre otras , y de obedecer à la inclinacion de su proprio peso , ó á qualquier otro impulso.

La fluidez del Agua no es siempre constante , es el Agua mas liquida á proporcion que está mas caliente , y asi se vé que algunos Cuerpos se disuelven en el Agua caliente , que no lo hacen quando está fria.

El Agua nos viene de la Atmosfera por las lluvias , nieves , y otros Meteoros aqueos , ó del seno de la tierra por los manantiales , y las fuentes , ó en fin por los

los canales , y lagunas , que se encuentran en la superficie de nuestro globo , como rios , lagos , y mares.

De qualquier modo que nos venga el Agua , nunca viene pura del todo , y sin hablar del Ayre , y del fuego que contiene en bastante cantidad , rara vez està el Agua sin algunas partes estrañas , que se introducen en sus partes propias , y le dãn algunas qüalidades , que se hacen reparar por sus efectos , como se vè en las Aguas minerales , y otras.

El Agua llovediza es la mas pura de todas , y siendo comunmente mas pesadas que el Agua las materias que se hallan en ella , con razon se mira el Agua mas ligera como la mejor.

La pesadez especifica del Agua menos cargada de Cuerpos estraños , qual es el Agua llovedisa , ó la nieve derretida , es respecto de la del Oro , como uno á diez y nueve y medio , á la del mercurio , como uno á catorce , y á la del Ayre , como noventa á uno.

DEL AGUA CONSIDERADA COMO Vapor.

Quando un vaso contiene Agua mas caliente, que el Ayre que la circunda, el fuego que se exhála, lleva consigo las particulas de la superficie, que están expuestas á su impulso: Estas particulas asi desprendidas se elevan, y se extienden, tanto por el impulso que reciben, como por la atraccion del Ayre que se esponja, y forman una especie de humo que se llama Vapor, tanto mas espeso, quanto mas frio, y capaz de condensarlo es el Ayre en que se recibe; por esto en invierno huméa el Agua que se saca de un pozo.

El Vapor no es licor, sino un fluido que tiene sus propiedades particulares, y muy notables; no es mas calido, que el Agua de donde sale, si se extiende por el Ayre de la Atmosfera, pero si lo encierran en una vasija bien tapada por todas partes, recibe sus grados de calor como el Agua, cuyo calor no se há probado aún.

aún hasta que grado puede llegar: No obstante se sabe que el Agua, ó su Vapor expuesto al fuego en la Olla de Papin se pone bastante caliente para fundir el Estaño, y Plomo: Pero lo que mas admira en el Vapor del Agua, es la prodigiosa facilidad que tiene para dilatarse, la qual excede á la del Ayre, y á la del Agua, pues las experiencias demuestran que el Agua reducida á Vapores puede tener un volumen trece ó catorce mil veces mayor, que el que tenia en el estado de Agua considerada como licor.

Algunos autores han dicho, que la grande fuerza, que cada dia se admira con asombro en la explosion de la polvora, no tanto proviene del Ayre que contiene, como de la facilidad que tienen para dilatarse las materias de que se compone.

DEL AGUA CONSIDERADA EN EL *estado de Telo.*

Quando el Agua no contiene una suficiente cantidad de esta materia, que se

se llama Fuego, tocandose sus partes muy de cerca, pierden su movilidad respectiva, se unen las unas á las otras, y forman un Cuerpo sólido transparente, que se llama Yelo, y este transito de un estado á otro se llama Congelacion.

Lo que há admirado mas á los Fisicos, es el aumento del volumen del Agua que se yela, quando todas las demás materias que pierden su fluidez por hacerse sólidas, en lugar de acrecentar disminuyen su magnitud: La causa de este efecto no está bastante averiguada, pero los mas convienen en que depende en la union de los globulos de Ayre, que reuniendose en el punto de congelacion ocupan mas espacio, que el que ocupaban antes quando estaban diseminados, y que al mismo tiempo aumentando su resorte aumentan la capacidad.

Hoy dia convienen los Fisicos en mirar como término fixo el grado de frio que es menester, y que es bastante para helar el Agua: Mr. Reaumur, lo há señalado como cero en sus Thermometros com-
pa-

parables con otros , y desde allí comienza á contar los grados de calor , ó de dilatacion quando sube hasta los ochenta grados (en donde fixa el calor del Agua hirviendo) y los de condensacion , ó frío quando baxa : Sin embargo el termino del yelo no puede ser fixo , sino quando se experimenta en un Agua pura , pues si el Agua estuviese mezclada con algunas sales , podría todavía baxar el licor del Thermometro mas á baxo del cero.

LECCION XXIII.

DE LA NATURALEZA DEL FUEGO,
y su propagacion.

EL Fuego considerado en su principio es una verdadera materia , pues tiene sus atributos mas esenciales como la extension , y la solidez , y tambien poseè sus proprièdades mas comunes , como la movilidad , lo qual es incontestable , y la gravedad segun toda apariència.

Esta

Esta materia es un ente á parte, de una naturaleza fixa, é inalterable.

El Fuego Elemental debe considerarse como un fluido, pero como un fluido que nunca dexa de serlo: Luego que se mezclan sus partes con las de otros Cuerpos, pueden muy bien unirse, y fixarse, y tomar consistencia con ellas; al modo del Ayre, pero jamás se vé, que la materia del fuego por mas condensada que esté forme una masa solida.

No solo el fuego es constantemente fluido por si mismo, sino tambien es muy probable, que sea la causa de toda fluidez.

De todos los fluidos que percibimos con nuestros sentidos, no hay alguno, cuyas partes sean tan delgadas, y tenues como las del Fuego propriamente tal: Los fluidos mas espirituosos, y volatiles, y aún el Ayre mismo se pueden contener en vajijas, con tal que estén bien tapadas, pero no se conoce medio alguno para impedir, que el Fuego no se extienda de un lugar á otro, ni modo de sugetarlo, ó

fi-

fixarlo quando yá está en acción.

La masa mas gruesa , y mas dura se calienta por todas partes , aunque el Fuego no le dé mas que por un lado. ¿ Qué dureza , y solidez deben tener las partículas igneas ? Nada les resiste , y ellas resisten á todo. Su grande dureza resulta de su extrema pequeñez.

Lo mas admirable es , que el Fuego elemental capaz de destruir , y de disolverlo todo reside en todas partes : Su presencia es universal en todo lugar , y tiempo , siempre que se pongan los medios convenientes para excitarlo.

El Thermometro que nos señala los grados de calor , y de frio que reynan en la Atmosfera , es una prueba convincente , que nos manifiesta la universal existencia de este fluido elemental.

No lo acreditan menos los fenomenos admirables que nos ofrece la electricidad , pues no se puede dudar , que en su raiz no sea la misma la materia electrica que el Fuego elemental ; y como esta materia se encuentra en todas partes , pues todo se

electriza; lo mismo debemos pensar del Fuego.

DE LA PROPAGACION DEL FUEGO.

LA propagacion del Fuego llega hasta la inflamacion: Su accion se extiende en los Cuerpos de dos maneras; tal vez solo causa aquel movimiento intestino de las partes, que llaman calor, y entonces todo sucede al parecer segun las leyes conocidas, de que el Cuerpo que calienta á otro, no le comunica mas, ni aún tanto calor como há recibido: Pero quando hay inflamacion, ó dispersion de partes, debemos imaginar en la materia una tendencia, que la hace capaz de causar por si misma los progresos sensibles, que se siguen del primer choque que empieza á animarla.

Es idea recibida entre los Fisicos, que el Fuego tiene por su naturaleza una fuerza expansiva en todas direcciones, y así una vez imprimido el movimiento, ó el choque que debe causar el incendio en una de su moléculas, la expansion de esta es

ca-

capaz de hacer saltar las otras , y en un instante poner en acto la expansibilidad de una infinidad de moleculas , ó partes igneas , como vemos que prendido fuego á un grano de polvora en un monton de ella , se comunica la explosion á toda la demás cantidad.

DE LOS MEDIOS CON QUE SE *puede excitar la accion del Fuego.*

ADos , ó tres clases se pueden reducir los medios que usamos para excitar el Fuego : El que se usa comunmente es el del choque repetido , y de la frotacion de los Cuerpos duros.

No hay Cuerpo sólido , que no se pueda calentar por este medio , y hay pocos cuyo calor excitado de este modo no se pueda aumentar , hasta echar chispas , y quemar.

Los Cuerpos mas tenaces , densos , y elasticos son mas á proposito para calentarse , è inflamarse por la frotacion , y en unos mismos Cuerpos creciendo esta

con la presion, y celeridad del movimiento, quanto mas violenta, y frequente es la collision, tanto es mas eficaz.

Lo que sucede en los Cuerpos sólidos grandes, quando se sacuden, y se frotan, sucede tambien entre masas pequeñas quando chocan entre si; á dos liquidos cuyos volumen es se penetran, y cuyas partes se mezclan precipitadamente, y se frotan reciprocamente se les sigue por lo regular el calor, y la inflamacion.

Supuesto que acredita la experiencia, que la frotacion de dos solidos, ó de las partes de dos liquidos puede ocasionar el calor, y aún llegar á la inflamacion; no será difícil concebir, como esta se produce entre aquellas materias mas inflamables, que la naturaleza amontón en un determinado sitio, y que producen los Meteoros inflamados, los rayos, relampagos, fuegos fatuos, &c. á proporcion de la cantidad de materia, del grado de frotacion, y de un número infinito de circunstancias que concurren á hacer variar los efectos.

Otro de los medios, de que usa la
na-

naturaleza para excitar la acción del fuego, es el calor del Sol, el qual aunque regularmente no llega por si solo á la inflamación, ó que sus rayos excitan solo un grado de calor muy limitado, quando vienen inmediata, y naturalmente del Sol, con todo calientan, queman, inflaman, y consumen los Cuerpos, sobre quienes se multiplican, quando se reunen en un solo punto; como sucede quando se reflexan por varios espejos los rayos del Sol en la bola de un Thermometro, quando se reúnen por un espejo concavo, ó por una lente convexo convexa para pegar fuego á la yesca, ú otra materia combustible.

LECCION XXIV.^A

CONTINUACION DE LAS PRO-
piedades del Fuego.

DE LOS EFECTOS DEL FUEGO.

Todos los efectos del Fuego, aunque parezcan muy diversos, se pueden
re-

reducir á dos clases: Primera, á lucir, ó resplandecer: Segunda, á enrarecer los Cuerpos, esto es, extender á mayor espacio las partes que los componen, y disminuir ó hacer cesar la union, ó coherencia que tienen.

De estos dos principales efectos aquí solo examinaremos el segundo, pues el primero pertenece á la luz, de que trataremos mas adelante.

El grado de calor, y la naturaleza del Cuerpo que se calienta, nos muestran en los efectos del Fuego algunas variedades notables, en tanto grado, que á primera vista parece que la naturaleza produce efectos opuestos con un mismo medio,

Unos Cuerpos se ablandan con el mismo fuego, con que se endurecen otros: En una misma hornilla se vén derretir tales, y tales materias, viendose al mismo tiempo endurecerse otras que estaban blandas: Lo que se liquida hasta un cierto grado de calor, se espesa si se calienta mas: Un metal se purifica en el Fuego, quando otro en el mismo Fuego se altera.

To-

Todas estas diferentes mutaciones son precedidas de un primer efecto, que es comun á todos los grados de calor.

Antes de variar se dilata el Cuerpo que se há calentado, su masa se enrarece, y su volumen se aumenta, y esto es tan general que el penetrarlo, y rarefacerlo todo puede mirarse como el caracter distintivo del Fuego: Esta dilatacion se prueba con las experiencias, tanto en los líquidos como en los sólidos, y en estos tanto en los mas raros, como en los mas compactos, sin que se haya encontrado todavía materia alguna, á quien el calor, ó el Fuego insinuandose en sus partes no hayan rarefacto, ó aumentado su volumen.

Quando el Fuego há dilatado un Cuerpo en terminos de hacerlo hervir, este es el ultimo grado de fluidez que puede tomar, y en adelante puede consolidarse por la disipacion de algunas partes del mismo Cuerpo que ocasiona el Fuego.

Las materias derretidas, ó liquidadas continuan calentandose hasta el hervir, y pasado este termino, yá no se aumenta mas el calor.

El

El hervor no siempre es efecto del Fuego , pero generalmente lo es de un fluido , sea el que fuere , que se insinúa , y se hace globulillos en un liquido que lo levanta violentamente , y le interrumpe su continuidad.

Finalmente una materia derretida por la accion del Fuego , y que hierve algun tiempo , pierde sensiblemente parte de su masa , ó se desvanece enteramente : Lo primero se experimenta en los mas de los licores , que se hacen evaporar á Fuego lento , ó violento , hasta que se consume toda la humedad : Lo segundo , se verifica quando se expone á la accion del Fuego alguna materia capaz de causar alguna explosion subita , y repentina , como los polvos fulminantes.

Llamanse comunmente materias combustibles , ó inflamables todas aquellas que destruye el Fuego , despues de haberlas hecho resplandecer , ó como llama , ó como carbon encendido , tales son la mayor parte de las substancias vegetables , animales , y algunas de las fósiles ; pero como no

todos los Cuerpos que se queman , se consumen enteramente , y además del humo que no se desaparece tan presto como la llama , quedan algunas partes fixas , que llaman Ceniza , y sobre las quales parece no tener poder alguno el Fuego ; se han considerado todos los mixtos , que se pueden encender , como teniendo en si cierta materia capaz de encenderse , y de mantener la inflamacion , por cuya razon se llama Alimento , ó pabulo del Fuego.

Algunos Fisicos atribuyen esta propiedad al aceyte que entra como principio en casi todos los mixtos , y especialmente en los de los vegetales , y animales , de modo que un Cuerpo será mas , ó menos combustible , según es mayor ó menor la dosis de este principio ; por esta razon dicen , que se encienden mas facilmente las materias crasas , ó aceytosas que las otras , y se queman mas perfectamente.

Se debe juzgar con la mayor parte de los Fisicos , que hay Fuego en todo Cuerpo , y por todas partes , que ocupa los va-

cios que dexan entre si las moléculas de un Cuerpo sólido, ó fluido, y asi todo es inflamable en este sentido.

DE ALGUNOS MEDIOS PARA AUMENTAR, y disminuir la accion del Fuego.

A Hora se trata del Fuego usual, del que comunmente nos servimos, ó de la inflamacion de una materia que se disipa en llama y en humo, tal es el Fuego del Carbon, del Aceyte, del Espiritu de Vino, &c.

En quanto á los rayos del Sol yá se há dicho en la Leccion antecedente, que quantos mas se reunen en menor espacio, tanto mas aumentan el calor hasta la inflamacion.

En quanto al Fuego usual conocémos tres modos de aumentar su accion, y sus efectos, para que obren contra un Cuerpo expuesto á su calor.

1. Aumentando la materia que le sirve

ve de pabulo , pues todo el mundo sabe, que se aumenta el Fuego de una hoguera añadiéndole leña.

2. Reconcentrando su accion , ó impidiendo que se extienda , y disipe en demasiado espacio , tal es el efecto , por exemplo , de los hornos de reberbero.

3. Dirigiendo hacia un mismo lugar esta accion , ó las particulas encendidas que se exhalan , como se vé en lo que aumenta la accion del Fuego el soplo de un fuelle en la Fragua.

La supresion de los medios , con que se mantiene , y anima el Fuego es la causa mas ordinaria de su diminucion y extincion , y asi al instante que estas se interrumpen , los efectos del Fuego se van aminorando á proporcion.

LECCION XXV.^A

SOBRE LA LUZ.

EN las Lecciones antecédentes hemos visto que todo se conserva , y subsis-

te en medio , y dentro de un elemento capaz de consumirlo , y destruirlo todo , qual es el Fuego , pues su accion adormecida no puede excitarse , ni aumentarse sino por varios medios , de los quales solo el hombre es el depositario entre tantos entes animados , que como él experimentan los efectos. Pero ahora vamos á tratar de un fluido , que haciendonos pasar en un abrir y cerrar de ojos de las mas espesas tinieblas al inexplicable estado , que llaman claridad , nos dá casi otra existencia , y nos hace salir de nosotros mismos para presentarnos á los objetos mas distantes. Este es la Luz.

Por Luz entendemos aquel medio , de que la naturaleza se sirve para hacer en los ojos esta impresion viva , y casi siempre agradable , que llaman claridad , y al mismo tiempo para hacer que percibamos el tamaño , la figura , el color , y la situacion de los objetos separados de nosotros á una distancia proporcionada.

Este medio es un ente distinto del Cuerpo visible , y del organo , residiendo

como intermedio entre los dos : Sin esto me parece imposible entender el modo , con que un Cuerpo obra respecto de otro ,

Este agente es por su naturaleza material , pues de otra suerte no podrá recibir y comunicar una modificacion , que solo puede convenir á la materia , y siendo constante que la Luz nos toca , nos molesta , y aún nos daña , quando su impresion es demasiadamente fuerte , debemos convenir en que ninguna otra substancia distinta de la materia puede hacerse sentir de esta suerte.

Aunque todos convienen , en que la Luz es material , discrepan sin embargo en qual sea esta materia , y de que suerte se halle en el sitio en que se hace sentir.

Descartes , y sus seqüaces dicen , que la materia propia de la Luz es un inmenso fluido , cuyas partes en forma de globulos llenan sin interrupcion toda la esfera de nuestro Universo ; y que el Sol , las Estrellas fixas , y los demás Cuerpos luminosos animan esta materia con un mo-

vimiento tremulo , parecido al que hace el sonido en el Ayre , y que sin llevarla de un lugar á otro , comunica el movimiento que recibe del Cuerpo luminoso por una fila de estos globulos á la mayor distancia, al modo que el choque de una bola de marfil pasa subitamente por un gran numero de bolas semejantes , que se tocan inmediatamente , puestas en linea recta.

La Luz , segun Newton , es una emanacion real del Cuerpo luminoso : El Sol, por exemplo , arroja continuamente por todas partes muchos rayos de su propria substancia , que se extienden hasta las extremidades de la esfera del mundo : Estos rayos se componen de partes , que perpetuamente se van renovando , y sucediendo unas  otras con toda aquella velocidad , que nos dexa ver la propagacion de la Luz : Lo mismo hace cada una de las Estrellas fixas , y lo mismo una hoguera que en medio del Campo reparte sus rayos de Luz , con que  cada instante llena un espacio emisferico de mas de dos leguas de diametro.

Uno y otro sistema ofrece varias dificultades, á algunas de las quales no se puede satisfacer, sin embargo, con algunas restricciones el primero parece mas verosimil.

¿ Pero que fluido es este, que en un instante nos hace pasar de las tinieblas á la claridad?

Si reflexionamos que todos los efectos del Fuego, quando enciende otro Cuerpo, hacen que brille, y alumbre mucho mas allá de donde se extiende el calor, que los rayos del Sol alumbran, y reunidos queman; si la Luz quema, y el Fuego alumbra, podrèmos tal vez asegurar, que el mismo unico Elemento produce los dos efectos, bien que diversamente modificado.

Las experiencias hechas en Cuerpos de los tres reynos nos acreditan, que la Luz se halla en todos los Cuerpos, como el Fuego, como manifestamente se acredita con el prodigioso número de Fosforos, que se hallan en todas partes.

DE LAS DIRECCIONES QUE LA Luz sigue en sus movimientos.

LA Luz se conforma con la ley general del movimiento en los demás Cuerpos de la naturaleza , esto es , que sigue en quanto puede la primera direccion que recibe , y los fenomenos , que de esta Luz directa resultan , son el objeto de la Optica propriamente tal. Para distinguirla de la Optica en general , que es la Sciencia que trata de la Luz , y sus diferentes modificaciones.

Si la Luz encuentra un Cuerpo opaco , comunmente se reflexa , y produce otros efectos , que son el objeto de la Catoptrica , y si esta misma accion se refracta pasando de un medio á otro mas facil , ó dificil de penetrar , esto dá lugar á otros fenomenos sugetos á sus leyes particulares , y son los principios de otra ciencia llamada Dioptrica.

241

DE LOS PRINCIPIOS DE LA
Optica.

Considerando que la Luz actúa sus movimientos en un medio perfectamente libre , comunica la impresion que recibe desde el Cuerpo luminoso por una fila de globulos de ella , que la transmite hasta el fondo del organo visual , y este sentirá la impresion que nace del choque reiterado de dicho Cuerpo , que brilla á alguna distancia.

Una fila de estos globulos animados del movimiento de vibracion , es lo que entendemos por rayo de Luz , y cada punto de un objeto luminoso será el centro de una Esfera de rayos , que unos se apartan desde aquel punto , y se llaman Divergentes ; otros se acercan con otros de otro punto , y se llaman Convergentes ; otros en fin siguen á igual distancia , y se llaman Paralelos.

De todo lo qual se infiere , que qualquier plano iluminado será la base de un cono de Luz.

Hh

Que

Que el plano irá quedando menos iluminado , quanto mas se aparte del punto luminoso.

Que si el Cuerpo luminoso tiene un tamaño sensible , el plano iluminado será la base comun de tantos conos luminosos, quantos puntos radiantes se dirigan hacia él.

Que las mismas piramides , ó rayos de Luz que salen del Cuerpo luminoso , se cruzan à una cierta distancia de él.

La proporcion que sigue la disminucion de la Luz , al paso que se aparta el Cuerpo iluminado del luminoso , es que se rarifica , ó amortigua en razon del quadra-
do de la distancia : Las piramides de Luz son siempre rectas en un medio homogeneo , y por ellas juzgamos la direccion , distancia , y figura del objeto iluminado , bien que con algunas restricciones.



LECCION XXVI.

SOBRE LA CATOPTRICA, O PARTE
de la Optica que trata de la Luz
reflexa.

LOS rayos de Luz se extienden en línea recta, mientras se hallan en un medio uniformemente denso, pues esta es la ley comun de todo movimiento simple, que se juzga tener una sola determinacion; pero estos rayos se vén obligados á mudar la direccion primera, siempre que en el camino se halle un Cuerpo, que impidiendoles el paso los fuerze á volver atrás, ó siempre que encuentren otra materia mas ó menos penetrable, que en la que empezaron á moverse, la qual los obligue á inclinarse á un lado, ó á otro: La primera especie de desviacion es lo que se llama Reflexion de la Luz: La segunda se llama Refraccion.

La Luz se reflexa principalmente al encontrar con un Cuerpo opaco; los mas duros, y de un bruñido el mas perfecto son los mas aptos para este efecto; asi su-

cede en los reflexos de la Nieve , y en los brillos de los metales : Sin embargo , todavía se disputa , si las partes propias de estas superficies son las que obligan á la Luz á reflexarse.

Quando la Luz vá á dár sobre un Cuerpo opaco , sólido , ó fluido , puede decirse que se divide en tres partes : Una que se reflexa regularmente , y despues de chocar con la superficie reflexiva , afecta una direccion constantemente proporcionada á la que tenía antes : Otra parte se reflexa con irregularidad , esparciendose por todos lados sin orden ni concierto , á causa de la desigualdad que indispensablemente se halla en la superficie reflexiva , pues no hay alguna perfectamente igual : Finalmente la tercera parte se apaga en el mismo contacto , yá porque las partes del Cuerpo ni pueden volverle , ni dexarle la fuerza que pierde en el choque , yá porque su accion penetrando por los poros se aniquila en ellos.

A proporcion del efecto de estas partes divididas , esto es , segun es mayor la
can-

cantidad que vence , serán tambien diversos los efectos que producen las superficies , en quienes caén los rayos , y tomarán tambien diferentes nombres respecto de la vision. Las que absuervén mucha Luz , y por consiguiente reflexan poca , se llaman Superficies , ó Cuerpos sombríos ù oscuros. Las que la reflexan por todas partes , y en mucha cantidad se llaman Claros ó Resplandecientes ; y se llaman Espejos aquellos que reflexan la mayor parte de los rayos con una cierta disposicion , y orden. De esta Luz , que se reflexa de este ultimo modo , es de la que vamos á exponer la teoría.

Solo de dos modos puede caer un rayo de Luz sobre la superficie de un espejo , ó perpendicular , ú obliquamente : En el primer caso se reflexa en la misma direccion perpendicular con que cayó : En el segundo con una obliquidad , igual á la que trahía quando cayó sobre la superficie del espejo : De donde se concluye , y establece como Axioma que :

Quando la Luz se reflexa , el angulo

lo de reflexion es igual al de incidencia.

Toda la Catoptrica se funda en la ley general que dexamos establecida , y las otras leyes no son mas que una , ó muchas aplicaciones de la primera.

Los efectos de la Luz reflexa nunca vienen de un solo rayo de Luz , siempre hay muchos que obran juntos á un mismo tiempo : La reflexion de cada uno depende de su incidencia particular , y asi segun fueren paralelos , convergentes , ó divergentes , su incidencia será mas ó menos obliqua , como tambien variará , segun la superficie en que se reciben es plana , convexa , ó concava.

PRIMER CASO.

Si los rayos de Luz se reflexan por un espejo plano , conservan el paralelismo , si son convergentes , ó divergentes , guardan el mismo grado de convergencia , ó de divergencia.

SEGUNDO CASO.

Si los rayos de Luz paralelos se reflexan por un espejo convexo , se vuelven divergentes , si son convergentes disminuyen la convergencia , y si son divergentes aumentan la divergencia.

TERCER CASO.

Si dos rayos de Luz paralelos se reflexan por un espejo concavo , se vuelven convergentes , si son convergentes aumentan la convergencia , y si son divergentes disminuyen la divergencia.

En estos tres casos expuestos se verifican los nueve efectos , que pueden resultar de la incidencia de dos rayos de Luz sobre la superficie de un espejo , los quales se comprueban con otras tantas experiencias , cuyas explicaciones solo se fundan en el Axioma general establecido de formar el angulo de reflexion igual al de incidencia.

Por los resultados de las experiencias
anun-

anunciadas se infieren dos especies de efectos en el uso de los espejos ; unos consisten en juntar en un corto espacio los rayos de Luz hasta llegar á calentar fuertemente , á quemar , á derretir , y aún á calcinar los Cuerpos mas compactos , y mas duros : Los otros miran á las apariencias de los objetos , que los mismos espejos representan ; estos varían segun que varía la superficie del espejo , y asi se vén tantas curiosidades en los espejos concavos , convexos , conicos , cilindricos , y mixtos que nos representan los objetos diferentemente de lo que son en si , con respecto á la distancia , á la figura , à la situacion , al tamaño , y algunas otras circunstancias.

LECCION XXVII.^A

SOBRE LA DIOPTRICA , O PARTE
de la Optica , que trata de la Luz
Refracta.

LA refraccion de la Luz , como diximos en la Leccion antecedente , es
una

una desviación que padecen los rayos al pasar de un medio a otro.

Esta refracción solo se observa en los medios transparentes, esto es, en aquellos que la Luz penetra, conservando la acción con que se hace visible, y nos dexa ver los otros Cuerpos.

Se deben considerar los medios transparentes sólidos, ó líquidos como masas, cuyos poros regularmente dispuestos en todas direcciones están llenos de aquel fluido sutil, que hasta aquí hemos llamado materia de la Luz: Estos Cuerpos se sumergen enteramente en otros medios transparentes tambien, aunque de diversa naturaleza, y entonces se concibe muy bien, que animada la Luz exterior por un astro, ó por otro qualquier Cuerpo luminoso, comunica su acción á la Luz interior, y esta la trasa da hasta la superficie opuesta.

Dos circunstancias se requieren á un tiempo para que la Luz se refracte; una que el medio á donde pasa sea mas ó menos denso, que el otro de donde viene;

otra que su direccion sea obliqua respecto del plano que divide los dos intermedios.

Esta propiedad de la luz es comun á qualquier otro Cuerpo , como se dixo en las leyes del movimiento tratando de la refraccion en general.

Todavia no há llegado á saberse con certeza la causa de la refraccion de la Luz: Sobre esta question están muy divididos los Fisicos , no obstante se saben muy bien las leyes , que es lo que nos importa , porque son hechos que sirven de fundamento á la Dioptrica , y de ellos se derivan todas las explicaciones necesarias para el asunto.

Para establecer una teoría sólida en la Dioptrica se deben admitir las proposiciones siguientes , que pueden mirarse como leyes , ó como puntos fixos en que estri-va todo quanto se dice de la Luz refracta.

1. Los rayos de Luz se refractan siempre que pasan obliquamente de un medio á otro de diferente densidad , ó naturaleza.

2. Quando se refracta la Luz pasando
de

de un medio raro á otro mas denso, el angulo de refraccion es menor que el de incidencia, y reciprocamente es menor el angulo de incidencia que el de refraccion, quando la Luz pasa de un medio denso á otro mas raro.

3. Aunque la refraccion de la Luz sea mayor ó menor, siempre queda constante la proporcion de los senos de los angulos de refraccion, é incidencia.

4. La refraccion (lo mismo sucede con la reflexion) no altera sensiblemente la actividad de la Luz.

5. El rayo refracto, y el incidente, siempre se hallan en un mismo plano, y este es perpendicular á la superficie refringente.

Por las proposiciones establecidas, que se acreditan con la experiencia, sabemos que la refraccion de la Luz muda frequentemente la posicion, ó el sitio verdadero del objeto haciendonoslo ver en donde no está: Tambien veremos que la misma causa influye en la figura, en el tamaño, en la distancia, y en la situacion: Pero de-

pendiendo todas estas apariencias de la posición respectiva de los rayos, que retratan la imagen en el fondo del organo visual, será muy conveniente manifestar el modo con que se disponen entre si los rayos refractos, dada su incidencia, y la figura de las superficies refringentes.

Quando dos medios se tocan inmediatamente, há de ser plana, convexa, ó concava la superficie del mas denso, y viniendo á pasar por ella muchos rayos incidentes á un tiempo, ó hán de sér paralelos entre si, ó convergentes, ó divergentes.

Las siguientes proposiciones nos anunciarán lo que sucede en los diferentes casos que pueden presentarse.

Si los rayos de Luz paralelos en su incidencia pasan obliquamente de un medio raro á otro denso, terminado por una superficie plana, conservan su paralelismo: Si los rayos son convergentes, disminuyen la convergencia, y si son divergentes, disminuyen la divergencia, haciendo todo lo contrario los convergentes y divergentes si pasan con los mismos grados de obliquidad
de

de un medio denso á otro mas raro , pero los paralelos siempre guardan su paralelismo.

Si dos rayos de Luz pasan de un medio raro á otro mas denso terminado por una superficie convexa , siendo paralelos se hacen convergentes ; no se refractan si son convergentes , y el punto de su convergencia es el centro de la esfericidad del medio refringente ; pero si los rayos de Luz son divergentes , pierden á lo menos una parte de su divergencia.

Si dos rayos paralelos pasan de un medio raro á otro mas denso terminado por una superficie concava , se hacen divergentes ; si son convergentes , pierden una parte de su convergencia , y si son divergentes , no sufren refraccion , si el punto de la divergencia está en el centro de la concavidad ; pero divergen mas los que vienen de mas lejos de dicho centro , y los que vienen de mas cerca , pierden una parte de su divergencia.

Todos estos efectos de la refraccion de la Luz , pasando de un medio raro á otro
mas

mas denso, son los que nos producen las infinitas variaciones, que observamos en los Cuerpos sumergidos en el Agua, con respecto à su figura, situacion, tamaño, distancia, &c.

LECCION XXVIII.^A

DE LA LUZ DESCOMPUESTA, O
de la naturaleza de los colores.

Newton fuè el primero, segun algunos, que se persuadió que la Luz podia descomponerse, y que separadas unas de otras sus partes podían distinguirse por propiedades constantes, y efectos sensibles: Descartes habia considerado la Luz como un fluido homogéneo, aunque susceptible de ciertas modificaciones, por medio de las quales creía poder explicar todo lo que pertenece á los colores.

Suponía que los globulos, de que se forman los rayos, á mas del impulsò que reciben de los Cuerpos luminosos, y que se transmiten uno á otro en linea recta,

se

se revolvian tambien sobre su proprio centro , y de estos dos movimientos combinados , y variados al infinito á proporcion de su mayor ó menor velocidad , y masa nacia en el fondo del organo visual todas aquellas diversas impresiones , á quienes se há dado el nombre de encarnado , pagizo , azul , verde , &c. con todas las diferencias , y variedades que les pertenecen.

Esta hypotesi no hay duda , que está sujeta á varias dificultades , pero por mas que se diga en contra , hemos de confesar que es ingeniosa , simple , y natural.

Para dár razon de los colores quiso Newton , atenerse á las experiencias : Esto es muy debido ; pero si se quiere pasar adelante , llegando á inquirir las causas por algunas congeturas , las de Descartes son muy ingeniosas , aún en el parecer del mismo Newton : Entre tanto es menester contentarnos con los efectos sensibles , una vez que la experiencia no nos dá fundamento alguno en que apoyar estas opiniones , para que conozcamos los efectos , ó
fe.

fenomenos de la vision que tienen relacion con los colores.

Distinguimos los objetos visibles no solo por su tamaño, figura, situacion, distancia, y grado de claridad, sino tambien por una especie de iluminacion que los hace brillar á nuestros ojos de un modo particular, y que no depende de la cantidad de luz que los alumbra.

La naturaleza varía este ultimo medio de visibilidad, con una magnificencia sin igual, con la qual hermoséa mucho sus producciones: Esta apariencia especial de las superficies, es lo que generalmente llamamos color, y exprimimos las especies con los nombres de blanco, encarnado, pagizo, azul, &c.

Naturalmente creèmos que los colores, y sus matices pertenecen á los Cuerpos que nos los ponen á la vista, que el blanco, v. gr. reside en la nieve, el encarnado en la grana, &c. preocupacion mal fundada por muchas razones. Para saber lo que hemos de admitir, reflexionemos lo que sucede al aspecto de un objeto con color.

Caè

Caè la Luz sobre un Cuerpo , lo hace visible , y juzgamos que tiene este , ó aquel color : Este juicio no puede formarse , si el objeto no está iluminado : De noche todo es negro : Luego los colores dependen de la Luz.

Tambien dependen de los Cuerpos mismos , pues mirados á una misma Luz , siempre el Oro es amarillo , y encarnado el Vermellon. Todo esto pasa fuera de nosotros mismos , ni tubierámos de ello la menor idea , si la Luz no tocase al órgano de la vista , para hacer sensibles estas apariencias , y si estas impresiones no disper-tasen en nosotros aquellas ideas , que hemos aprehendido á explicar con ciertos terminos.

Estas reflexiones nos proponen tres modos , sobre los quales podemos tratar de los colores : Primero , considerados en la Luz : Segundo , en los Cuerpos en quanto colorados : Tercero , y finalmente respecto de aquel sentido que hieren determinadamente , y por el qual llegamos á distinguirlos.

DE LOS COLORES CONSIDERADOS *en la Luz.*

Hemos visto en la Dioptrica, que los vidrios lenticulares eran á proposito para reunir los rayos de Luz ; queriendo Newton reunirlos todos en un punto , adquirió nuevas noticias , descubrió que era imposible unir perfectamente los rayos de Luz , aún quando el Cuerpo refringente tubiese la mejor figura para el efecto. Con experiencias decisivas conoció , que las partes de la Luz no eran homogeneas , porque unas eran mas refrangibles que otras, y así desesperó de la perfecta reunion de todos los rayos de la Luz en un foco.

Qualquiera puede asegurarse de los diferentes grados de refrangibilidad de los rayos de Luz , poniendose á mirarla al través de un pedazo de Cristal en figura prismatica , pues verá todos los Cuerpos iluminados de diferentes colores , y si en ellos se recibe un rayo de Luz , se verá que la diferente graduacion de la refraccion de sus rayos produce los siete colores en este

este orden , contando de abaxo para arriba , encarnado , naranjado , pagizo , verde , azul , indigó , ó púrpura , y violado.

Baxo estos principios habrá en la Luz segun su estado natural siete especies de rayos , capaces de producir otros tantos colores.

Estos colores se llamarán simples , y primitivos , y á sus diversas convinaciones se atribuirán todos los otros , que se ven en la naturaleza.

La Luz sin color alguno , ó como viene del Sol , será la que encierre en si todo los colores simples en una mezcla perfecta , como el blanco , y lo que llamamos negro no será mas , que una privacion de toda la Luz simple , ó compuesta.



LECCION XXIV.^ADE LOS COLORES CONSIDERADOS
en los objetos.

ES preciso conceder , que tambien los objetos contribuyen de algun modo á los colores , de que aparecen vestidos: Para vér un objeto verde , ó pagizo no basta que esté iluminado ; se necesita tambien de alguna qüalidad , ó disposicion que lo dexé apto para reflexar , ó transferir ciertas partes de esta Luz , excluyendo las otras.

Los Cuerpos colorados , ó que tienen color , ó son opacos , ó transparentes : En los primeros la opacidad resulta de una contextura particular de sus superficies , ó de una cierta combinacion de sus partes superficiales ; y en los segundos resulta la transparencia de una porosidad analoga á tal , ó tal especie de Luz , yá por el tamaño , yá por la figura.

A mas de esto las superficies reflecten-
tes

tes no solo tienen sus poros llenos de Luz para reflexar la que cae encima, sino tambien que esta Luz en las superficies coloradas es de tal, ó tal especie, y puede por lo mismo recibir, y comunicar á semejantes globulos aquel movimiento que les es mas proprio, y asi la cochinilla tiñe de encarnado, no por si misma, sino por que sus particulas divididas, y aloxadas en los poros de la lana vienen á ser otras tantas esponjitas empapadas en una especie de Luz, apta para excitar su reaccion contra una Luz semejante, como la de color de grana, y sobre estas mismas esponjas se amortiguan, y apagan los rayos de Luz de diferente naturaleza por falta de reaccion proporcionada.

La misma explicacion se puede aplicar á los Cuerpos transparentes colorados.

Las superficies perfectamente reflectentes, como los espejos, reunen en sus poros muchos globulos de todos los ordenes de Luz, y asi reflexan los rayos homogeneos, yá juntos, yá separados.

Las superficies blancas se diferencian de

de estos en un poco mas ó menos, y las sombrías ó negras no son tales, sino por una mayor ó menor privacion de Luz transferida, ó reflexa.

Debese tambien créer, y se puede inferir de lo dicho, que la opacidad no se halla absoluta en la naturaleza, en razon del Cuerpo: Supuesto que el Oro, materia la mas densa de quantas se conocen, queda transparente quando llega á adelgazarse hasta cierto punto, y supuesto que los Cuerpos mas diafanos dexan pasar tanta menos Luz, quanto son mas gruesos, me parece se podrá decir tambien, que no hay medio alguno perfectamente transparente, y que no pueda llegar á ser opaco.

SOBRE LA VISION, O LA LUZ *considerada en el organo de la Vista.*

LA Vision de los objetos es aquella idéa que formamos de ellos, en consecuencia de las impresiones, que hacen en
nues-

nuestro sentido por medio de la Luz.

El Ojo es el organo particularmente destinado á recibir esta impresion; mientras está sano, nos basta para vér los objetos á una cierta distancia; pero si está enfermo, y nuestra curiosidad exige la vision de los objetos á distancias mayores, entonces el arte lo socorre con varios instrumentos; y asi se pueden considerar dos visiones, una natural, y otra artificial.

DE LA VISION NATURAL.

QUanto se há dicho acerca de la Luz, y su direccion, como las refracciones que padece, quando muda de medios, solo há sido considerandola fuera de nuestro Cuerpo; pero ahora debemos aplicar aquellos mismos principios, y observar sus efectos, despues que la base del cono de Luz pasa desde el orificio de la Prunela hasta el sitio donde hace sentir su impresion.

Antes de explicar el mecanismo de la vision sería preciso hacer una explicacion Anatomico-phisiologica del globo del
ojo,

ojo , pero como debemos suponer ya adquiridos estos conocimientos , no nos detendremos sino en reflexionar , que el globo del ojo consta de humores , unos mas densos que otros , que sus membranas tienen una determinada convexidad , y que el Nervio optico transmite las impresiones , que há recibido la Retina que es su continuacion , al Sensorio comun.

Conocida yá la naturaleza , y construccion del ojo , vamos á vér por mayor el modo como los objetos exteriores hacen probablemente sus impresiones sobre este organo.

Siendo el Cristalino por su figura , y transparencia semejante en un todo á una Lente de vidrio , y hallandose colocado en medios menos densos que él , debe producir efectos semejantes á los de un Vidrio lenticular puesto en el ayre , ó en el agua : La Dioptrica nos enseña , que un Vidrio de esta especie junta en un foco los rayos paralelos ; de donde se infiere , que los rayos de Luz que cahen sobre la Prunela , reflexados por el objeto
ilu-

iluminado , reuniendose por los humores del ojo van  hacer su impresion en un punto solo de la Retina.

Tambien es de inferir , que si tres piramides de Luz vienen del medio , y las extremidades del objeto , y hacen descansar sus bases sobre la superficie del Cristalino , no solo se juntaran los rayos de cada una en un punto , sino que quedaran distintos , y separados entre si los puntos de reunion , y se dispondran en el fondo del ojo en un orden opuesto al de las partes del objeto de donde vienen los rayos , y asi conocemos porque no se confunden las impresiones , y como se invierte en el ojo la imagen del objeto.

LECCION XXX.^A

DE LA VISION SOCORRIDA CON
los instrumentos de Optica.

QUando el organo de la vista está en su mayor fuerza , y en su mas perfecto estado , tiene sus condiciones la

vision natural, y esta ceñida á ciertos límites : Si el objeto no está descubierto, de modo que de él á nosotros se pueda tirar una linea recta sin impedimento alguno, no podemos verlo; tampoco lo percibimos, si está muy lexos, ó es muy pequeño, aún quando esté expuesto directamente á los ojos, y mucho menos quando el organo está debilitado, ó no está bien conformado : La pequeñez, y distancia del objeto visible le molestan mas que otra cosa.

Mucho tiempo subsistieron sin remedio estos inconvenientes, pero finalmente la casualidad por una parte, y por otra la industria ilustrada, y sostenida con el estudio nos han aliviado en mucha parte; valiendonos de los espejos, y vidrios cortados de cierto modo, podemos percibir lo que se oculta á nuestra vista directa, é inmediata : En el seno de la naturaleza descubrimos varios entes, que parecia ser para siempre imperceptibles; los objetos lexanos se acercan por decirlo así, y se dexan ver con mas distincion; se anima
la

la vista del Anciano yá medio apagada, la corta toma mas extension ; y finalmente quando la necesidad está yá socorrida, y satisfecha, los mismos medios sirven á satisfacer nuestra curiosidad con diversiones muy gustosas.

Una relacion circunstanciada de dichas ventajas no puede exponerse sino por mayor, ciñendonos á dár á conocer el modo, con que se produce este ó aquel efecto, cuya explicacion está fundada en las reglas de Optica, Catoptrica, y Dioptrica que se han manifestado.

El defecto mas ordinario de la Vista, y casi inevitable en una cierta edad es no poder distinguir claramente los objetos pequeños á ocho ó diez pulgadas de distancia, como lo hacemos en la juventud regularmente: Es necesario mirar desde mas lexos, y quando este alexamiento crece hasta un cierto punto, no solamente es molesto, sino que no remedia nada, porque á una distancia grande son demasiadamente pequeños los angulos que forman los objetos diminutos, ó su imagen ocupa

tan corto espacio , que no se puede sentir la impresion en lo interior del organo.

Ahora quatro ó cinco siglos se hizo una feliz aplicacion de los Vidrios convexos , conocida su propiedad de ampliar la imagen de los objetos , y de reunir los rayos de Luz , y asi de estos , como de los concavos en circunstancias contrarias se sirven hoy en dia , los que tienen que suplir algun defecto de la vision , con el nombre de Espejuelos , ó Anteojos , si son para entrambos ojos llamados Binoculos , y si para uno solo Monoculos.

Dada la distancia , á que es preciso retirar el objeto para verlo distintamente , se puede determinar el grado de convexidad , que hán de tener los Vidrios de los Anteojos , para que la vision quede distinta á ocho ó diez pulgadas , como sucede en las vistas ordinarias : Para esto basta sujetar los rayos incidentes á las leyes de la refracciou establecidas en la Dioptrica , mirando siempre á los diversos grados de refringencia de los humores del ojo humano , y tambien á sus figuras ; pero lo
mas

mas facil es escoger entre muchos , el que mejor se proporcione á la vista del que lo necesita.

Ninguna cosa representa mejor los efectos de la vision , que lo que sucede mirando á los objetos representados en un ojo artificial , como tambien lo que pasa en un quarto muy obscuro , en que solo entra la Luz por un agujero de una pulgada de diametro , ó cerca de ella , hecho en una de las Puertas ó Ventanas. Para hacer mas agradable esta representacion , se pone en dicho agujero un Vidrio lenticular , que tenga el foco á la distancia de la pared del quarto , ó de un carton blanco que pueda acercarse , á retirarse lo necesario : Se hace el dia de hoy todo este aparato portatil en una caxita , conocida con el nombre de Camara obscura.

Lllamanse Polemoscopios los instrumentos de Catoptrica , y de Dioptrica , por cuyo medio se puede vér sin ser visto : La parte principal de estas maquinas es por lo comun un espejo inclinado , que reflexa la imagen del objeto al observador , que no la puede vér en linea recta. Los

Los Telescopios , ó Anteojos de larga vista son unos tubos , ó cañones , en que yá con vidrios , yá con espejos , yá con unos y otros combinados de cierto modo se perciben distintamente aquellos objetos , que por lexanos no se pueden vér con la simple vista.

Lllamanse Microscopios todos aquellos instrumentos , que sirven para distinguir los objetos , que son imperceptibles à la simple vista aún á una distancia regular : Sirven para mirar de cerca , como los Telescopios para mirar de lexos : Los Microscopios , ó son simples , ó compuestos ; los primeros son de una sola lente , los segundos de muchas.

La Linterna Mágica es uno de aquellos instrumentos , que se hán hecho ridiculos por la demasiada celebridad , y vulgar aplicacion , pero que nos enseña con toda perfeccion todo el mechanismo que sucede en la vision.

El Microscopio solar es propriamente una Linterna Catoptrico Dioptrica , solo que su Luz le viene del Sol , pero es el

el instrumento á quien se deben mas descubrimientos.

Estos son en resumen los principales instrumentos, de que se sirve el arte para socorrer una vista enferma, ó para proporcionarle lo que exíge su curiosidad, fuera de los limites de la esfera de sus alcances.

LECCION XXXI.^A

Despues de haber tratado de la Luz en las ultimas Lecciones, parece regular dár ahora una ligera idea de los Cuerpos Celestes, que son los Manantiales de donde procede, como tambien el adquirir algun conocimiento de las diferentes revoluciones, tanto reales quanto aparentes, que nos los enseñan succesivamente baxo diferentes aspectos, y en diferentes sitios del Cielo.

Supuesto el conocimiento superficial de los principales circulos de la esfera, cuyas nociones regularmente se dán en las primeras instrucciones de un plan de educacion, se debe entender por Sistema Astro-

no-

nomico la enumeracion de las diferentes posiciones , distancias , tamaños , y movimientos que se atribuyen á los Cuerpos Celestes, de tal modo que se pueda sacar una explicacion congruente de todas las revoluciones periodicas , que se observan en el Cielo.

Ptoloméo estableció su Sistema à fines del Siglo segundo , tomando todas las apariencias por realidades , y asi consideraba que los Cielos se movian al rededor de la tierra en el espacio de veinte y quatro horas , movimiento cuya rapidez no se puede bien concebir , ni parece verosimil despues que se conocen mejor las distancias de los Astros á la tierra. Despues se hán establecido algunos otros Sistemas , que succesivamente se hán desacreditado por la falta de exactitud , que se hallaba entre ellos , y el movimiento de los Cuerpos Celestes.

Finalmente se estableció el Sistema de Cópernico , perfeccionado por Kepler , y tambien por Galileo , el qual considera el Sol en el centro , no teniendo mas que un movimiento sobre su exe , cuya revo-
lu-

lucion se concluye en veinte y cinco dias y medio : Al rededor del Sol se mueven de Occidente para Oriente , y en orbitas sensiblemente circulares , pero realmente Elipticas , Mercurio en tres meses , Venus en seis , la Tierra en un año , Marte en dos años , Jupiter en doce , y Saturno en treinta.

A mas de estos movimientos periódicos atribuye á los Planetas principales un movimiento de Occidente para Oriente sobre su exe : Venus acaba el suyo en veinte y tres horas , y veinte minutos : La Tierra en veinte y tres horas , y cinquenta y seis minutos : Marte en veinte y quatro horas , y quarenta minutos : Jupiter en nueve horas , y cinquenta y seis minutos : Mercurio , y Saturno tienen tambien como los otros Planetas principales su movimiento de rotacion sobre su exe ; pero el primero está demasiado cerca , y el segundo demasiado lexos del Sol , para que los Astronomos hayan podido averiguar el tiempo que tardan en su revolucion : Mas arriba de la Orbita de Saturno , pero á una

distancia casi infinita sitúa Cópernico las Estrellas fixas , á las quales no atribuye mas movimiento , que de rotacion sobre su exe.

Qualquier Sistema que se admita en la Fisica , yá sea el de Newton , yá el de Descartes , se combinan mejor , ó acreditan con mas verosimilitud en el Sistema de Cópernico ; todos los fenomenos que se observan en los movimientos de los Planetas , y demás fenomenos Astronomicos , como el movimiento aparente del Sol , la sucesion del dia y la noche , las vicisitudes de las Estaciones , los Equinoccios , &c. se explican mejor por dicho Sistema , que por el de Ptoloméo , ni algun otro.

Se conocen dos especies de Astros , unos luminosos por si mismos , como el Sol , y las Estrellas fixas ; otros opacos , como la Tierra , y demás Planetas , que no tienen mas luz , que aquella que reflejan del Sol , y las Estrellas fixas.

Los primeros Astronomos reduxeron á constelaciones el grande numero de Astros luminosos.

Ptoloméo formó quarenta y ocho constelaciones, doce al rededor de la Ecliptica, veinte y una en la parte Septentrional, y quince en la meridional del Cielo.

Las doce constelaciones, que están en la Ecliptica, y llenan el espacio llamado Zodiaco, son las siguientes.

Aries = Tauro = Geminis = Cancer = Leo = Virgo = Libra = Scorpio = Sagitario = Capricornio = Aquario = Piscis. =

El Sol es un globo inmenso, sobre cuya naturaleza nada sabemos de cierto: Es el principal origen del calor, que anima nuestro mundo, y de la luz que lo ilumina: Este Astro es el centro de una Esfera de actividad, que se extiende á distancias inmensas.

El tamaño del Sol es muy grande segun las observaciones mas exactas: Su diametro iguala mas de ciento y seis veces el diametro de la tierra, que es de dos mil ochocientas sesenta y cinco leguas.

Los Planetas se dividen en dos clases; los de la primera clase son seis, Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Jupiter,

y Saturno. Los de la segunda clase se llaman Satelites , y son diez , uno para la tierra que es la Luna , quatro para Jupiter, y cinco para Saturno.

La Tierra es el globo en que habitamos , su figura es una Esfera aplanada por los Polos.

El circulo , que resulta de la extension de nuestra vista sobre el plano en que habitamos , se llama Horizonte ; y asi este divide la tierra en dos emisferios , uno que está debaxo de nosotros , y otro en el que nosotros estamos.

Los dos puntos opuestos de este horizonte , sobre el qual rueda la tierra , se llaman Polos , uno Artico , y el otro Antartico.

Los otros dos puntos opuestos , el que está verticalmente sobre nosotros , se llama Zenith , y el que está debaxo Nadir , y el circulo , donde están estos puntos , equidistante de uno y otro polo , se llama el Equador.

Esto es en resumen una succinta explicacion de las voces tecnicas , que se usan indispensablemente en la explicacion de todo

todo Sistema de la Tierra , y en especial del que nosotros preferimos , como es el de Copernico.

LECCION XXXII.^A

SOBRE LAS PROPIEDADES DEL IMAN.

ANtes de saber la utilidad que podia acarreararnos el Iman , yá se miraba como una cosa particular , y en efecto debía sèr asi al vèr dos Cuerpos , el Iman , y el Fierro con mas particularidad que otros Cuerpos , unirse , atraherse , y adherirse con una fuerza superior tal vez al peso de sesenta , ú ochenta libras.

La curiosidad sola debia obligarnos á buscar su causa , quanto mas el interés , al vèr la direccion constante del Iman hacia el Norte , y el provecho que se podia sacar de ella , principalmente para la navegacion.

Expondrémos solamente lo mas util , que se sabe en quanto al Iman , dexando la

la investigacion de sus causas , para inferirlas de sus propios efectos.

El Iman es una piedra , que se halla en las minas de Fierro , y cobre , ó en sus inmediaciones ; es regularmente dura , y de un color obscuro.

Cada una de estas piedras tiene dos sitios opuestos , que se pueden llamar sus polos , y que uno y otro tienen propiedades constantes , que son las siguientes.

PRIMERA PROPIEDAD DEL IMAN.

El Iman atrahe al Fierro , esto es , que uno y otro se aproximan , ó tienden á unirse , y que quando se tocan no se pueden separar sin algun esfuerzo.

Esta propiedad es comun á todo Iman , pero no en todos de igual fuerza.

SEGUNDA PROPIEDAD.

El Iman atrahe , y repele à otro Iman , según el modo como se presentan uno y otro.

Teniendo cada Iman sus dos polos, uno que tira al Norte, y otro al Sur, si se aproximan el polo del Norte del uno al del Sur del otro se atraen, si el del Norte con el del Norte, ó el del Sur con el del Sur se repelen.

TERCERA PROPIEDAD.

El Iman comunica sus propiedades al Fierro, de suerte que una lamina de Fierro imantada puede considerarse, como un verdadero Iman, y aplicarse á los mismos efectos.

Esto dá lugar á considerar dos especies de Imanes, unos naturales, y otros artificiales, y segun el modo de explicar sus efectos en unos generosos, y otros vigorosos.

QUARTA PROPIEDAD.

El Iman yá sea natural, yá artificial, dirige uno de sus polos al Norte, y otro al Sur.

Esta propiedad es la mas util del Iman, pues se há hecho aplicacion de ella para

saber en todo tiempo la situacion, en que se halla un Navio en alta mar, y conocer la direccion de los vientos, quando los Astros, y la Tierra se pierden de vista.

QUINTA PROPIEDAD.

El polo de un Iman, ó de un Fierro imantado que se dirige hacia el Norte, se dirige igualmente hacia el centro de la tierra: Asi la Aguja de marear tiene mas variacion en unos sitios que en otros, mucho mas en los paises septentrionales, que en la equinocial.

Aunque se há discurrido mucho sobre la causa del magnetismo, todos los Sistemas se reunen en un punto, y es en considerar un torrente de un fluido sutil, è invisible al rededor de cada Iman, tanto natural como artificial, que se dirige de un polo á otro del mismo Iman.

SOBRE LA ELECTRICIDAD NATURAL, y Artificial.

DEbemos distinguir dos especies de electricidad.

tricidad: La natural, como la que se excita sin nuestra participacion en la Atmosfera por causas hasta ahora desconocidas, y la artificial, la que excitamos por la frotacion de ciertos Cuerpos, ó por alguna preparacion particular que la casualidad, y el estudio hán enseñado. Por Electricidad se entiende la accion de un Cuerpo, que está en estado de atraer y repeler algunos Cuerpos ligeros á cierta distancia.

Lo que debemos indagar en quanto á la electricidad comprehende tres reflexiones: Primera, la naturaleza de la virtud electrica, medios de excitarla, y señales por donde se manifiesta: Segunda, lo que la experiencia nos enseña en quanto á los fenomenos electricos: Y la tercera, el indagar la causa de estos mismos fenomenos.

La electricidad natural, y artificial es el efecto de una causa verdaderamente mechanica: Para acreditarlo se establecen algunas proposiciones, que se acreditan con experiencias.

PRIMERA PROPOSICION.

La electricidad es el efecto de una ma-

Nn

te-

teria en movimiento dentro , ó fuera del Cuerpo electrizado.

SEGUNDA PROPOSICION.

Es muy probable , que la materia electrica sea la misma que la del fuego , y la de la luz.

TERCERA PROPOSICION.

Todos los Cuerpos no son igualmente susceptibles de la electricidad.

QUARTA PROPOSICION.

La electricidad no dilata los Cuerpos , ni aumenta sus dimensiones como el calor.

El modo de excitar la electricidad en los Cuerpos es en unos la frotacion , y en otros la comunicacion con los Cuerpos electrizados.

Quasi todos los Cuerpos , que tienen bastante consistencia para ser frotados , regularmente se electrizan , ó adquieren la propiedad de atraher , y repeler los Cuerpos ligeros , como hace el ambar frotado,

y como este en latín se llama electrum , de aí se ha derivado la voz electricidad , para explicar una propiedad semejante á la del ambar.

Los Cuerpos , que no pueden electrizarse por frotacion , pueden recibir la virtud electrica por comunicacion , esto es , aproximandolos á un Cuerpo electrizado , è aislandolo , esto es , quitandole toda comunicacion con otro Cuerpo , que no esté electrizado.

Las experiencias nos demuestran , que quanto mas es un Cuerpo electrizable por comunicacion , tanto menos lo es por frotacion , y al contrario.

Las señales por donde se manifiesta la electricidad , son atraher , y repeler los Cuerpos ligeros , hacer una impresion ligera , y cosquillosa en el cutis , exhalar un olor de ajo , ó de fosforo de orina , echar chispas luminosas , picar el dedo , ú otra parte del Cuerpo que se aproxime , inflamar los licores espirituosos , y comunicar estos efectos á otros Cuerpos , que se comunican con los electrizados.

La materia electrica , ó esta materia sutil , que se mueve al rededor de los Cuerpos electricos , no lo hace en movimiento circular , sino en direccion recta , tanto la que sale del Cuerpo electrizado , que se llama materia electrica efluente , quanto la que se insinúa en él de los Cuerpos vecinos , llamada materia electrica afluyente , siendo la primera la causa de la repulsion , y la segunda la de la atraccion de los Cuerpos ligeros , que se hallan en la esfera de actividad de un Cuerpo electrizado. La segunda y tercera reflexion se versan sobre la naturaleza de los Cuerpos electrizados por varias experiencias, y sobre las modificaciones de la materia electrica segun la variacion de los experimentos.

Atendiendo á lo que se há dicho , ó que admitimos con el Señor Nollet , en quanto al modo de existir la materia electrica en los Cuerpos , analoga á la de la Luz , y al Fuego elemental , se dexa concebir como produce los efectos de atraccion , y repulsion , y qual debe ser la causa que la promueva , esto es , la frotacion,

y la comunicacion segun la naturaleza de los Cuerpos.

APENDICE.

HAsta lo dicho para complemento de un Tratado Elemental, ó de principios de Fisica, que se acreditan con sus correspondientes experiencias, para hacer las aplicaciones mas precisas de los conocimientos, que con ellos se adquieren, á la parte del Arte de curar á que corresponden, que es el principal fin á que se dirigen.

Aunque no se hán expuesto las cuestiones con toda la extension que requiere la materia, sin embargo hé procurado escoger entre ellas las mas acreditadas, y de conocida utilidad, no habiendo escaseado quanto há sido preciso, para que estas Lecciones, juntas con las de Geometría, que sirven de preliminar á este Tratado, formen un Cuerpo de Doctrina, que podrá dár mucha luz para establecer sobre ella los principios Phisilogicos, y demás do-

dogmas del Arte de Curar, segun el Sistema mechanico de los Modernos, que es en el dia el de mas uso, y que concilia mas aciertos en la practica.

Estoy muy lexos de persuadirme, que con sola esta instruccion pueda alguno llamarse Fisico completo, pero si me persuado, que si cada uno de los Alumnos de esta Real Escuela, profundiza mas y mas, con una aplicacion continuada sobre el método aphoristico, que en estas Lecciones hé seguido, especialmente valiendose de la ilustracion, que puede comunicarles la lectura de las obras, que en mis explicaciones insinuó, podrá lisonjearse de posehér un regular conocimiento en la materia.

No hay duda que todos los principios son arduos, y desabridos; pero por fortuna en ninguna Ciencia están mas asociados de amenidad, que en la Fisica.

Si sobrepujando los obstaculos, y venciendo las primeras dificultades, experimentan Vms. con el tiempo los frutos, y utilidad de semejante doctrina, estoy seguro que

que no darán por mal empleado el tiempo que inviertan en su adquisicion : Estos frutos , y esta utilidad son los que deseo que Vms. alcancen , y si acaso lo consiguen por el devil impulso de la enervada voz de mis concejos , y explicaciones será el aprovechamiento de Vms. la mas lisonjera satisfaccion , y abundante recompensa , que puede prometerse el mas humilde , y afectuoso de sus Maestros.

FIN.

