



Tit. 56885

Cod. 1073000

ESPECTACULO DE LA

P. 3464

NATURALEZA,

Ó CONVERSACIONES
A CERCA DE LAS PARTICULARIDADES

DE LA HISTORIA NATURAL,
QUE HAN PARECIDO MAS A PROPOSITO
para excitar una curiosidad util, y formarles la razcn
à los Jovenes Lectores.

QUE CONTIENE LO QUE MIRA AL HOMBRE,
considerado en sí mismo.

ESCRITO EN EL IDIOMA FRANCES
POR EL ABAD M. PLUCHE.

Y TRADUCIDO AL CASTELLANO.

TERCERA EDICION.

PARTE QUINTA, TOMO DECIMO.



CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

En Madrid: en la Imprenta de PEDRO MARIN.
Año de 1772.

A costa de la Real Compañia de Impresores, y Libreros del Reyno.

VICENTE RUIZ
GUILLERMO
ADQUIRIBERTO
PLAZA DE LA
MAYOR

ERRATUM

DE LA

MATEMÁTICA

O CONVENCIONES

A CERCA DE LAS PARTICULARES

DE LA HISTORIA NATURAL

QUE HAY PARTICIPADO MAS A PROPOSITO

que en las anteriores ediciones de esta obra

de las Juntas de

que contienen lo que se llama ALFONSO

de las Juntas de

hecho en el año de

por el Sr. D. M. P. B. C. M.

y traducido al castellano

TERCERA EDICION

PARTES QUINTA, TOMO DECIMO.



CON LAS LICENCIAS NEEDEDAS

En Madrid: en la imprenta de

de la calle de

de la calle de

de la calle de

T A B L A

DE LAS CONVERSACIONES
contenidas en este Tomo
Decimo.

C onversacion I. La Gnomonica.	pag. 1.
Conversacion II. Las fuerzas motrices.	69.
Conversacion III. Los Molinos de Trigo.	148.
Conversacion IV. La Optica.	201.

T A B L A

DE LAS CONVERSACIONES
contenidas en este Tomo
Decimo.

pag. 1.	Conversion I. La Gnomonica.
69.	Conversion II. Las fuerzas trayentes
142.	Conversion III. Los Molinos de Figo.
204.	Conversion IV. La Optica.



ESPECTACULO
DE LA
NATURALEZA.

PARTE V. TOMO X.

EN QUE SE CONTINUAN LAS
Ciencias prácticas.

CONVERSACION PRIMERA.

LA GNOMONICA. (**)



UN siendo un privilegio tan grande del hombre poder tomar con tanta facilidad las medidas mas ajustadas de las obras , que saca por sí mismo à luz , y de la tierra en que le puso el Criador ; y aunque logra el fuero de una , que parece Mágia,

Tom. X.

A

des-

(**) Ciencia , que enseña à formar Reloges de Sol.

descubriendo con la mayor precision , y certidumbre , à veces sin salir de su morada , la extension de lugares absolutamente inaccesibles , y la distancia de los astros mismos : pasa mucho mas adelante , y ha hallado además de esto el medio de sujetar à su conocimiento , ò aun de someter à sus operaciones cosas à que no puede echar mano , ni se sujetan al tacto: tales son la luz , la sombra , y el tiempo. Ha observado , y conocido los caminos de la luz , hasta poder anunciar con mucha antelacion de tiempo en qué punto llegará à éste , ò al otro lugar , à determinar el dia , y los momentos de su venida. El medio , que mejor se le ha logrado para seguir las derrotas , y rumbos de la luz , sus idéas , y bueltas periodicas , ha sido el de observar los caminos de la sombra , que contrahace à la luz todos los pasos : y ayudandose de una , y otra , ha arreglado los tiempos hasta venir à determinar todos los instantes por el orden , y respeto , que dicen con aquel punto en que se debe hallar el Sol en cada momento , yá sea segun la reolucion diaria , ò yá conforme à la annual. Feliz observacion , que fija la buelta , y la duracion de sus cuidados , y de sus trabajos actuales , le pone presentes las circunstancias de los acontecimientos pasados , y le dirige el acierto de sus proyectos para todos los venideros.

La sombra ha servido mas que todo para descubrir los progresos del tiempo , por aquellos , que hace la luz à quien representa la sombra misma. Todo cuerpo opaco , opuesto à un cuerpo luminoso , intercepta , y suspende la luz. Yá hemos notado (*) en otra parte , que aquello , que se discierne de la otra parte del cuerpo opaco , y à quien le han dado el nombre de sombra , no es otra cosa que la privacion total de la luz. Los cuerpos cercanos reflexionan , ò arrojan à esta sombra , yá mas , yá menos rayos reflejos : con que la sombra , como se nos representa , es una luz diminuta , que se aumenta , y fortifica à proporcion que lo ejecuta la luz , que en aquella parte se reflexiona. Puedese considerar la masa de la luz , que se estiende desde el Astro hasta el cuerpo , que se le opone , y la masa de la sombra , que ocupa el lado contrario , como un plano , ò corte de ayre , luminoso por el un lado , y sombrío por el opuesto. Las dos partes de este tramo , ò corte de ayre dán bueltas sobre el cuerpo , que le ocasiona , como sobre un punto de apoyo , ò ege en que estriban ; y la parte , ò masa sombría parece à uno de los dos brazos del timon de un torno , moviendose siempre al contrario de la masa , ò corte de ayre luminoso : de suerte , que po-

Primer fundamento de la Gnomonica.

(*) Tomo VII. Conversacion à cerca de la sombra.

der determinar por puntos , y con medidas precisas los progresos de la sombra en la una parte , es saber los progresos de la luz , y el camino , y derrota , que lleba el Astro , que la esparce , por el otro lado.

Tal es el primer fundamento de la Gnomonica. Esta hermosa Arte , que consiste en representar los circulos de la esfera , y el camino del Sol , ò de la Luna , por medio de la proyeccion de la sombra de un cuerpo , que se le opone , (à lo qual llamamos quadrante , ò relox) tomó su nombre de la palabra Gnomon , que significa igualmente indice , ò esquadra. Qué proporcion hay , pues , de este instrumento con dos brazos , ò reglas unidas en ángulo recto , y lo que nos indica la sombra ? Empleóse desde luego para este efecto una esquadra hincada por la una parte en la tierra , y elevando por consecuencia el otro brazo , ò su punta perfectamente à plomo , para señalar los puntos à que llegaba el vértice de la sombra.

No se contentaron los hombres con dirigir à un plano la sombra de una punta , pyramide , ò bola , que se terminase en cierto sustentáculo opuesto al Sol. Pasaron mas adelante , y presentaron à este Astro para el mismo efecto una barrita larga de madera , ò de metal , para lograr por su medio el registro de las señales en que se iba colocando la sombra,

bra, de modo, que se pudiesen combinar, formando una exacta pintura de las bueltas, y gyros de la luz con lineas (mas à proposito que un punto) para discernirlo todo con la posicion de la sombra, que disputa, y alterca, oponiendose à la luz.

En fin, se halló tambien otro modo, siendo en este asunto el tercero, para expresar el descenso, y camino de un rayo de luz. Fue, pues, hacerle pasar al través de una masa sombría à fin de conocer mas claramente el resplandor, y situacion del punto luminoso, que la atravesaba, al verle cercado de sombra.

El segundo fundamento de la Gnomonica es una observacion, que ha servido para reducir à práctica felizmente la proyeccion, ò señal de la sombra. Es tal la distancia que hay desde nosotros al Sol, que se puede considerar la tierra, segun este respeto, como un punto indivisible, y por consiguiente mirar el punto opaco, la bola, ò la punta, en cuyo circuito se observa la reolucion del Sol, como si toda la tierra estubiera reducida à este punto. De aqui se sigue, que la imagen regular de la sombra de este punto sobre un plano opuesto nos viene à dibujar, ò à formar una perfecta pintura de la reolucion del Sol al rededor de la tierra.

Segundo fundamento de la Gnomonica.

Como segunda consecuencia del mismo prin-

principio, si observamos la reolucion diaria del Sol al rededor de una varita de hierro, colocada paralelamente con el ege de la tierra, veremos, que esta vara se confunde con el ege; y puede tener, en esta suposicion el nombre de ege terrestre, de modo, que la reolucion de su sombra corresponderá con toda fidelidad à la reolucion del Sol: porque aunque desde el centro, y del ege de la tierra, hay 1400. leguas de distancia hasta la punta del Gnomon, estilo, y ege representativo, que se coloca aqui debajo del Sol, esta distancia es como si no fuera, sin llegar à hacerse sensible. Los dos centros no son sino uno, los dos eges forman una sola linea en la lejanía del Sol, y el camino de la sombra, que se ha proyectado, es la pintura exacta del camino, que lleva el Sol.

Muchos Philosophos se persuaden à que se hallan convencidos con multitud de exactas observaciones, tanto de las reoluciones diarias, como anuales de la tierra, que no siendo sino un punto, respecto de todas las cosas criadas, puede gozar (dicen los tales) del espectáculo del Universo, y lograr los aspectos diferentes de los Astros, y del Cielo, rodando sobre sí misma. Tan lejos la juzgan de estar en el centro inmoble de un movimiento, cuya inmensidad es espantosa, y cuya rapidéz excede toda verosimilitud. Estos mismos

mos Sabios aseguran, que quedan mas movidos, y llenos de agradecimiento al vér que transfiriendo à la tierra las reoluciones, que la vista atribuye al Cielo, reconocen claramente, cuánto se complace Dios en el hombre, para cuyo favor, y servicio se arreglaron estas apariencias, como si todas las cosas ordenasen sus caminos, y movimientos por él solo: pues no hay duda, que real, y verdaderamente el hombre solo es como el centro de todo quanto se observa, y pasa en su globo.

No tenemos aquí necesidad alguna de examinar, si es la tierra, ò el Sol quien forma sus reoluciones, porque para hacer caminar la sombra de un candelero (***) puesto sobre una mesa, lo mismo es traer la bugía al rededor del candelero, ò el candelero al rededor de la bugía, el efecto será el mismo; y aquí nos basta para que sigamos el systema de los ojos.

Tampoco tenemos necesidad para instruirnos de la buelta, que dá la luz, con su venida, y ausencia, de instrumentos, y observaciones; pero necesitamos todo esto para dividir el dia en dos partes, para fijar la distancia del parage en que nace el Sol, y en que se pone, para tomar justamente el medio, y para tener consiguientemente el orden.

(**) Italiano *Cheridone*, aunque la traduccion citada dice *Lumiera*. Lat *Pluteus*. Vease Antonin. Dic. tom. 2. let. G.

8 *Espectaculo de la Naturaleza.*

den de nuestros dias. Nada nos determina à saber con entera precision , cuándo llega el Sol al punto en que se acaban las horas de la mañana , y empiezan las de la tarde , ò à separar las orientales de las occidentales, y podemos muy facilmente engañarnos en una hora , ò en mas. Hanse , pues , buscado por este motivo muchos medios para saber con certeza el punto del medio dia, ò el tiempo en que pasa el Sol por la linea , que se concibe pasar por nuestro Zenit de un Polo à otro : pues esta linea divide nuestro Horizonte en dos partes iguales , y corta el punto culminante (***) del curso que vemos hacer al Sol.

La Meridiana.

La meridiana , que es lo mismo que una linea imaginaria , que corta los puntos diversos , que camina el Sol de un dia à otro, señalando con este corte , ò seccion el punto en que llega el Astro à la mitad de nuestro Horizonte , se tiró al principio en planos horizontales , conservando en el modo de tirarla una correspondencia justa con la linea , que se imagina en el Cielo. De este modo nos anuncia la sombra , que camina todo el dia al rededor del estilo lebantando sobre la meridiana , con solo cubrirla , y unirse la sombra
bra

(***) En la Astronomia se llama punto *culminante* , ò *culminacion* , por egemplo , de una Estrella , aquel punto en que pasa por el Meridiano , ò quando está en él ; y esto mismo se dice del Sol , ò de qualquier Astro.

bra con ella, que el Sol, y el hombre se hallan yá en la mitad de su taréa.

No era pequeña ventaja el poder representar un círculo con sola una línea recta, de modo, que esta representación fuese, como lo era, exacta. La razón es, porque la meridiana es propriamente el mismo páso de el Meridiano, considerado como un plano sólido, que pasa, y corta el plano horizontal: porque la seccion de un plano, que atraviesa otro, es solo una línea recta. Si se mete, de modo que cayga à plomo, una tabla redonda por la superficie de un pilón de cal muerta, se verá, que el sulco, que queda, retirada yá la tabla, es una línea recta: y si la tabla tubiere algun clavo asido, se verá al lado de la seccion recta el páso, y señal del clavo, porque no estaba en el mismo plano de la tabla. Este lenguaje es necesario entenderle bien. Para conseguirlo propondrémos aqui un método el mas sencillo, que es dable, à fin de que qualquiera pueda tirar la meridiana, ò lo que es lo mismo, figurar la seccion del plano de nuestro Meridiano sobre una superficie horizontal, ù otra qualquiera. (*)

A B es un plano nivelado compuesto de una chambrana, (**)

Fig. 1.

Tom. X.

B

ò

(*) Vease la meridiana horizontal, y vertical, tom 7. de esta Obra.

(**) Esto es, de un asiento, basa, ò pie.

ò pies derechos. Hacese algo grueso para que no vacíle, ò mude su asiento, quando yá se le ha puesto à plomo, y de una madera muy sólida para que no se hinche, ò inmúte con la inconstancia, ò humedad del tiempo.

Tanto por la parte superior, è inferior, como por los lados, debe estar todo liso, y labrado en forma de quadrilongo, ò de un paralelogramo perfecto: por debajo del pie, ò chambrana, y por encima se tiran lineas diagonales (**) de un ángulo à otro, para saber con total certidumbre dónde viene à dár el medio, ò la interseccion C: de la interseccion de las diagonales, formada sobre la chambrana C, à la interseccion de las diagonales, tiradas debajo de la misma basa, se hace un agujero exactamente perpendicular, y proporcionado à una estaquilla (**) de hierro, al rededor de la qual ha de andar el instrumento, sin separarse al uno, ni al otro lado. Sobre la base C se elevan dos pies derechos, ò largueros de dos pies de altura, con corta diferencia, y distantes uno de otro poco mas de medio pie.

Sobre el primer pie derecho se pone una
plo-

(**) Diagonal se llama aquella linea, que pasa de un ángulo à otro en una figura, que si es en un quadrado, por egemplo, se divide en dos partes iguales.

(**) Asi llaman los Facultativos à lo que afirma, ò clava una cosa ácia abajo, sea de la materia que fuere.

plomada, ò perpendículo con su caja, en que éntre, y se introduzca.

Sobre este mismo primer pie derecho, sobre el segundo, y sobre la chambrana, por dentro, y por fuera domína igualmente por todas partes la linea fiducial, para tener con toda certidumbre el medio de todas las piezas. Acia el cabo de la base sobre la linea fiducial está el segundo agugero D con otra estaca de hierro proporcionada, y movable. Esta estaca, junto con la otra señalada C, sirve para mantener en una situacion invariable el instrumento, el qual se podrá tambien fijar de otras maneras.

Sobre el primer pie derecho se habrá formado con una sierra en la linea fiducial una ligera muesca E.

El primer uso de este nivel es sacar la Práctica. linea meridiana, ò la linea sobre la qual debe la sombra de un cuerpo opaco, opuesto al Sol, caer al medio dia cabal en un plano horizontal, qual es el pavimento de una Iglesia, el suelo de una galería, ò el tablado, ò balcon, que se dispone para formar un quadrante en una pared.

Acia el Solsticio de Estío (***) (si se puede) à fin de dárle à la linea una posicion perfecta, por ser entonces las alturas de

B 2

el
 (***) Esto es, quando el Sol está mas cercano à nosotros, ò toca en nuestro tropico de Cancer.

el Sol sensiblemente las mismas en los puntos igualmente distantes del medio dia , escojase un dia claro ácia las 9 , ò 10 de la mañana , y pongase el nivel , ò en un plano horizontal , ò sobre el tablado , que haya de servir para formar el Relox de Sol. Despues de haber metido la estaca C en el agujero , hecho perpendicularmente en el tablado con un taladro , ò barrena proporcionada à la estaca , coloquese el primer pie derecho , de modo , que estando à nivel entre el Sol , y el segundo pie derecho , arroje exactamente su sombra sobre toda la anchura del segundo , y que el rayo luminoso , que pasará por la muesca E , corte justamente en medio la linea fiducial , cayendo en F. Notese al mismo tiempo el primer punto en el tablado à la extremidad de la linea fiducial en A , y el segundo punto en la extremidad de la linea fiducial en el otro cabo B. En el instante mismo señalese sobre el segundo pie derecho la altura de la sombra , y sobre la linea fiducial en F el medio puntualmente del punto luminoso de la muesca E.

A la hora del dia , que queramos , pongase el primer pie derecho ácia el Sol , de modo , que cubra exactamente su sombra el otro pie derecho : y como el Sol vaya siempre subiendo hasta el medio dia , y bajando desde el mismo punto en que acabó de subir,

bir,

bir , no hay sino dos instantes en que la sombra , y el punto luminoso puedan hallarse en la misma altura , y en la misma disposicion sobre la superficie del segundo pie derecho ; es à saber , los dos puntos en que se halla el Sol à igual distancia de las 12 por la mañana , y por la tarde como à las 9 , y à las 3 , à las 9 y media , y 2 y media , à las 10 , y à las dos , y asi en las demás horas, con sus quartos , medias , y minutos correspondientes.

Hecha la observacion por la mañana, pongo por egemplo à las 10 ; esto es , dos horas antes de la mayor altura del Sol , ò del medio dia , acudase à hacer la segunda un poco antes de las dos , désele buelta sobre el pernio , ò quicio en que se mueve , colocandole ácia el Sol, que ha pasado yá de la parte oriental à la occidental , y luego que ordenando la posicion del nivel se viere al Sol arrojar poco à poco la sombra del primer pie derecho sobre el segundo , y el punto luminoso de la muesca con toda precision sobre los puntos notados por la mañana en el otro pie derecho , tenemos indubitavelmente la misma distancia del medio dia , que tubimos à las diez , y el Sol en la misma altura de nuestro Horizonte : nótese prontamente en las dos extremidades de la linea fiducial , que atraviesa la basa.

Quitese yá entonces el nivél , y tenemos los dos puntos de mañana, y tarde: unanse por medio de dos lineas que se corten entre sí, y despues (por la operacion 70) tirese una linea, que páse à igual distancia de estos dos puntos ; y si la operacion está bien hecha, pasará (por la 66) por el punto de la interseccion: y esta linea es la meridiana que se busca. Para mayor seguridad, reiterese otro dia la operacion, y en lugar de las diez, y de las dos elijanse las nueve, y las tres, ù otros puntos igualmente distantes del medio dia. Si en este caso nuestras meridianas, tomadas separadamente, se confunden una con otra, ò forman una sola linea, hay razon para juzgar, que hemos logrado el asunto ; pero si sacamos dos meridianas diversas, es necesario reformar las operaciones, ò el instrumento. (**)

Despues de habernos asegurado de una meridiana sobre el Horizonte, ò sobre el tablado, que se debió hacer bien firme, la podemos

(**) Otros muchos modos hay de tirar la meridiana, yá sea formando algunos círculos concéntricos, y observando antes de medio dia à varias horas el punto en que la sombra de un gnomoncito entra justamente en la periferia de cada uno de los círculos, ò la toca, y por la tarde la hora en que sale, pues distando las señales, ò secciones hechas igualmente del medio dia, tendrémolos éste, partiendo por medio la porcion de círculo, que hay entre las tales secciones; yá por medio de un quarto de círculo bien puesto, y rectificado, sabiendo el grado de ecliptica en que está el Sol, al hallarle lo mas alto que puede estar sobre nuestro Horizonte, segun nuestra altura de Polo, teniendo puesto en el plano el gnomon nos dará su sombra puntualmente la meridiana; ò yá de otros modos. Veáanse Tosca, Dechaes, Vvolffio, Dicc. Math. tom. 2. pal. Meridienne.

mos pasar à una pared hecha à plomo , à la qual dámos el nombre de plano vertical : para este transporte , ò paso solo se necesita tirar una linea perpendicular à la que acabamos de sacar en el tablado. Porque como ésta sea la seccion del plano del medio dia sobre el Horizonte , la otra es la seccion del mismo plano sobre el vertical perpendicular al Horizonte mismo. Con todo eso, no siempre es necesario tirar esta linea sobre el plano de la pared.

Lo que añadirémos aqui à la operacion, que se ha dicho , nos dará la hora del medio dia con todas las demás sobre qualquiera especie de planos. Basta prolongar la meridiana, tirada en el tablado , de modo , que toque à la pared en un punto , que se notará alli con cuidado.

Si nuestra idéa fué solo tener una meridiana à mano , y en nuestra casa para arreglar los péndulos , ò el Relox , despues de haberla sacado sobre el plano horizontal , y si es conducente , transportandola al vertical , se lebanta alli un gnomon , ò estílo recto , ù obliquo , que arroje la sombra de su vertice , ò de la bola , que termina sobre esta linea , al momento que el Sol llega al Meridiano , que divide cabalmente nuestro Horizonte. Toda la igualdad de la posicion de este vertice , que es el unico punto del gnomon, que

que nos interesa , consiste en estar en el plano del Meridiano : pues de otra manera no estando la sombra de este vértice en el plano del circulo meridiano , no caería al medio dia sobre la meridiana , que es la interseccion del circulo meridiano sobre el vertical , que se propuso. Al contrario , el vértice del estilo , y su sombra , ò el rayo luminoso , que le atraviesa , estarán infaliblemente en el plano del circulo meridiano, si el vértice vá à dar con su sombra , ò con la luz, que éntre por algun agujero , que tenga hecho en medio , à algun espacio entre la meridiana , que está en el plano vertical , y una linea paralela , que esté en el plano del meridiano. El encontrar esta linea es cosa muy facil: una cuerda , que caiga à plomo , y perpendicular sobre la meridiana horizontal del tablado , será paralela à la meridiana , tirada en la superficie vertical : y todo quanto haya entre estas paralelas está en el plano del circulo del meridiano : con que el vértice del gnomon se encontrará en él infaliblemente , si al guñar , ò cerrar un ojo se encuentra escondido, ò cortado entre la cuerda , y la meridiana tirada en el plano vertical por cubrirle la cuerda enteramente.

V.m. sabe muy bien , que el Sol describe todos los dias circulos diversos , paralelos al Equador , que declina de éste tres meses

con-

consecutivos hasta la distancia de 23 grados, y 30 minutos (**) de Meridiano, y que tres meses despues se vá acercando al mismo Equador: ejecutando lo mismo en el otro Emispherio en los seis meses restantes: con que jamás corta con su carrera al Meridiano, en un punto mismo, dos dias consecutivos; de donde es, que la sombra del vértice del gnomon muda cada dia lugar segun su longitud en la meridiana; pero al medio dia cae indubitablemente sobre uno de los puntos de ella, yá mas alta, ò yá mas baja nunca le falta en esta hora: porque el Sol, à quien siempre está opuesta la sombra, se halla al medio dia en el plano de este circulo.

Llegando esta sombra à ponerse sobre la meridiana, nos advierte, que yá ha llegado el Sol à la mitad de su carrera; pero aún ejecuta mas: como cada dia muda lugar sobre esta linea, señala tambien las diversas declinaciones del Sol respecto del Equador: estos puntos se colocan, si se quiere, à lo largo de la misma meridiana, expresandolos con los caractéres de los doce Signos del Zodiaco, ò con los nombres de los meses, y dias en que el Sol entra en estos Signos, y corre

Tom. X.

C

en

(**) Segun exactisimas, y modernas observaciones se ha hallado que la suma de la distancia entre los dos Tropicos es de 46. grados, 56. minutos, 41. seg. y un quarto, con que la semisuma, ò distancia de la Equinoccial al Tropico es de 23 grados, 28 min. 20. seg. y 5 octav. *Academ. de las Cienc. año de 1738, y ult. observ.*

en ellos tal , ò tal grado. Siete puntos bastan para señalar su entrada en los doce Signos: los dos ultimos , ò los mas separados del Equador se hallan en los dos Tropicos de Cancer , y Capricornio : por los otros cinco pasa el Sol dos veces al año , una al ir ácia el un Tropico , y otra al bolver ; y asi , sirven para la colocacion de dos Signos , pues el punto del circulo de Meridiano , à donde llega el Sol quando pasa por debajo de las Estrellas de Aries , es el mismo , que toca tambien en el Meridiano , al pasar por debajo de Libra. El punto de nuestro Meridiano , à que llega quando deja à Geminis para entrar en Cancer , se halla en la misma declinacion , ò distancia del Equador , que el que buelve à pasar en nuestro Meridiano , quando deja à Cancer para entrar en Leon : y esto mismo sucede en los demás puntos , y Signos proporcionados.

No se sigue de aqui , que haga el Sol estos progresos sobre el Meridiano : su camino todo entero es corriendo el circulo obliquo , que se separa por uno , y otro lado $23 \frac{1}{2}$ grados del Equador. De este modo en sus diferentes posiciones , y lugares , que vá adquiriendo sobre la Ecliptica , es preciso , que en llegando con su reolucion diaria à nuestro Meridiano , páse por él por puntos diferentes : y la distribucion de estos puntos en la

extension de dos veces 23 grados , y 30 minutos de Meridiano , no se debe hacer por medio de la division en partes iguales de un arco de 47 grados , sino por medio de una division , que represente sobre este arco la situacion del Sol en las doce casas del Zodiaco.

Para tener el arco de 47 grados de Meridiano , que encierran las declinaciones del Sol , elegirémos una meridiana , tirada sobre un plano polar , ò paralelo al ege , y por consiguiente inclinado 49 grados sobre el Horizonte de París, (**) y exactamente opuesto al medio dia. Sobre esta meridiana , ò sobre la linea M, que la representa , elevese à ángulos rectos la perpendicular E q , que representa al Equador , ò por mejor decir , la interseccion del circulo de la Equinoccial sobre este plano. Del punto en que esta linea toca la meridiana , tómese con un compás à voluntad la distancia , ò la altura perpendicular del vértice del gnomon , ò estilo S : despues llebada esta altura à igual distancia de la meridiana sobre la linea equinoccial E q, y con la misma abertura de compás, formese à discrecion desde S un arco de Meridiano EC: sobre este arco midanse , tanto ácia la una,

Fig. 2.

C 2

CO-

(**) Algunos ponen menos , P. Buffier , georg. &c. En Madrid debe ser inclinacion de este plano de 40 grados poco mas : y asi, se deberá entender proporcionado à esta variacion , lo que se dice del Horizonte de París.

como ácia la otra parte , 23 grados y medio para tener las declinaciones del Sol desde su entrada en Capricornio , hasta bolver à Cancro ; y al contrario , desde el punto C tarda seis meses el Sol en llegar à E , y desde E tarda otros seis meses en bolver à C. El circulo , que corre , y divide en partes iguales , se estiende obliquamente , de modo , que sus dos puntos mas apartados del Equador pasan en la reolucion diaria de la Esphera por debajo de los dos puntos E , y C del Meridiano. El Sol , pues , llega todos los dias á alguno de los puntos de este arco de 47 grados de Meridiano , segun los diversos progresos , que en los 12 diferentes Asterismos , que adornan , y se hallan en su circulo obliquo , son su orbita annual.

Para dár una idéa de la diversidad de posiciones , con que se presentará el Sol dos veces al año en todos los puntos de este arco de Meridiano , exceptos los dos puntos de quienes en su mayor declinacion es rasante solo una vez , basta formar el circulo B, E, L, C, desde un punto tomado por centro à igual distancia de E , y de C , y dividirle en doce partes iguales. Si los puntos de division , que se hallan mutuamente colocados à igual distancia del Equador , se unen por medio de lineas sordas , ò punteadas , y paralelas al Equador mismo , las lineas paralelas cortarán el

ar-

arco E C en dos puntos mas distantes entre sí ácia el Equador, y mas juntos ácia los Tropicos. Estos son los puntos de Meridiano por donde el Sol pasa, y repasa, sin dejar su Ecliptica, siguiendo una derrota uniforme. Si llega, pues, à tocar en E (primer grado de Cancer) la sombra del gnomon S caera sobre la meridiana à 21 de Junio; y si en B llega à Aries, ò à Libra en L, la sombra caerá en E q à 21 de Marzo, ò à 23 de Septiembre: si el rayo del Sol viene de Capricornio C, à S, caerá la sombra sobre la meridiana à 22 de Diciembre. Y de aqui se entiende muy bien la proporcion, que observa en los demás puntos.

El pequeño circulo, que hemos formado, y estendido desde el punto del Solsticio de Invierno, al del Solsticio del Verano, abraza todo el interválo, que atraviesa la Ecliptica: y como la Ecliptica está dividida en doce casas, que el Sol ocupe lo superior, ò lo inferior de las lineas paralelas, que tiramos de un punto à otro, el efecto siempre es el mismo; el Sol en su reolucion diaria sube, y pasa igualmente por los mismos puntos del circulo Meridiano.

Por este medio, pues, tenemos yá la imagen fiel de las diversas posiciones del Sol en el arco de Meridiano, que comprehende, y abraza todas sus declinaciones. Consiguientemente-

men-

Vease el t. 7.
Conv. X.

mente tenemos las declinaciones de la sombra , que corresponden sobre la meridiana. Y si esta meridiana en lugar de estar como aqui está sobre un plano , que forma ángulo recto con el Equador , se quiere formar sobre otro plano diverso , para el asunto es lo mismo , y todo indiferente. Las lineas tiradas del arco E C por S , irán desde aqui tomando , segun se prolongan , la direccion , que le conviene à cada una , y todas ván à señalar en la linea meridiana el punto de su caída , ò la entrada del Sol en cada Signo.

Los Astronomos han adelantado la certidumbre , è infalibilidad de estos cálculos, hasta llegar à señalar sobre la meridiana , y aun à lo largo de las demás lineas horarias la posicion de la sombra , que corresponde cada dia à la situacion actual del Sol en el Zodiaco , (**) de suerte , que un quadrante , ò Relox de Sol puede venir à ser un Almanake perpetuo.

El Geometra se considera como colocado en el vértice del estilo ; y de este punto , que la lejanía del Sol le permite confundir con el centro de la tierra , observa la venida de los rayos del Sol , quando pasa de un paralelo à otro. Los dias del Equinoccio los mira llegar perpendicularmente al ege, que

(**) O en la Ecliptica , que es el camino del Sol , y vá por medio del Zodiaco,

que atraviesa el punto central , que el Geometra mismo ocupa. Los vé venir obliquamente ácia sí , y segun obliquidades diversas , à medida , que el Sol se halla en paralelos mas declinantes : el Geometra hace de estas líneas , que de un dia à otro señalen , y formen diversamente sobre él inmensidad de conos , en cuyo vértice se halla él mismo , y cuyas bases vé ordenadas , y dispuestas de paralelo en paralelo. Calcúla la diferencia de todas estas líneas cónicas , para notar despues con puntos ajustados el grado del curso del Sol , el Signo , la declinacion , el mes , y el dia , que concurren con la hora actual en que se halla.

Este trabajo , y averiguacion de los Geometras es de mucho honor al entendimiento , y al discurso humano : pero el conocimiento , que tenemos todos del mes en que nos hallamos , y del dia que nos alumbra , nos hace poco atentos à esta multitud de puntos , y líneas , que expresan en los quadrantes lo que yá sabemos : ignoramos la hora que es , y miramos el quadrante ; sabemos como se hace alli la distribucion de las horas , y no nos metemos en mas.

En lugar de emplear la sombra del vértice del gnomon , ò un punto luminoso recibido por en medio de la sombra , y cuerpo opaco , yá sea de una casa , ò yá de una

Los quadrantes.

tabla, ò lamina taladrada, sirvamonos para señalar las horas de un ege de hierro, representativo del ege terrestre, por una razon que espéro que V. m. apruebe.

Este ege representativo, colocado enteramente en el plano del circulo Meridiano, corta el medio de la superficie opuesta con una linea de sombra, que se estiende à lo largo de la meridiana. Esta proyeccion de la sombra del ege no difiere en este instante de la interseccion del plano de nuestro Meridiano con la superficie, que se le presenta, y pone delante: uno, y otro constituyen una linea recta; y confundindose, è incorporandose mutuamente, forman una misma linea. En el punto de este ege, que se quiera, se puede colocar una bolita, cuya sombra variará lugar todos los dias, como le varía el Sol, pero sin dejar el medio de su linea. Con que à pesar de todas las declinaciones del Sol, señalará esta linea sombría invariablemente la hora del medio dia, estendiendose en cada uno de todos los del año à lo largo de la interseccion del plano del Meridiano, con el plano que se le presenta. Pero todos los circulos horarios, y esto es lo que principalmente es preciso notar, y entender bien, todos los circulos, que el Sol toca, y vá cortando de hora en hora, son otros tantos Meridianos de diversos Horizontes. Todos estos

Me-

Meridianos pasan por el mismo ege , ò terrestre , ò representativo , pues aqui son una cosa misma , porque el ege de la tierra , y el ege de un quadrante se confunden entre sí respecto del Sol : con que éste se halla en el plano de cada uno de estos Meridianos : y por consecuencia la proyeccion de la sombra de este ege , mudando lugar de 15. en 15. grados , como el Sol , representa muy bien la interseccion sucesiva de cada plano horario en la superficie del quadrante , y representa esta interseccion con una linea , que no varía en tiempo alguno del año : efectivamente esta linea es siempre la misma , à la misma hora todos los dias , pues el Sol , sin impedirlo sus declinaciones , llega alli à las mismas horas todos los dias , yá mas alto , à la verdad , y yá mas bajo ; pero siempre en el plano de los mismos Meridianos. Con que tener sobre una superficie las intersecciones de los planos de los circulos horarios , dispuestos de 15. en 15. grados sobre el Equador , es lo mismo , que tener la proyeccion de las sombras del ege , que hacen parte de todos estos planos ; y reciprocamente tener las proyecciones de la sombra del ege , que atraviesa todos estos planos de un lado à otro , es tener la interseccion de todos los planos horarios con el plano del quadrante. Tiradas , pues , yá en él estas lineas , pongase el ege

de hierro , colocado como el ege terrestre , y el quadrante quedará hecho , y señalará perfectamente las horas : y siendo cosa tan facil hacer las intersecciones de 12 , ò de 24. planos meridianos en una superficie , como dividir un circulo en 12 , ò en 24. porciones iguales : asi por consecuencia será del mismo modo facil tener las proyecciones de la sombra , y del ege, siendo inseparable esta sombra de aquellas intersecciones.

Quadrante
equinoccial.

Los quadrantes toman el nombre de las superficies en que se forman. Comencémos delineando uno , que sea paralelo al Equador, y le llamaremos quadrante equinoccial. Tengase tirada una meridiana sobre alguna tabla, ò sobre qualquiera otra cosa , que nos parezca proporcionada : elevese alli una plancha de cobre , ò una hoja de pizarra , ò una lamina de otra materia : despues de haber formado por la parte inferior , y por la superior un circulo dividido en 24. partes iguales, ò en 48 , si se quieren las medias horas , y hecho salir las lineas desde el centro hasta los puntos de division , atraviesese la lamina con un gnomon recto , que salga perpendicularmente à una , y à otra parte : si hacemos corresponder la linea del medio dia de la lamina à la meridiana , sacada yá segun nuestro Horizonte , y que la lamina equinoccial se eleve , de modo , que haga un ángu-

gulo de 41. grados con el plano de la tabla, ò materia sobre que se habia sacado la meridiana, y que sirve de plano horizontal en París, está todo hecho, y el quadrante podrá servir todo el año: Pruebolo.

Todo triangulo (por la prop. 133.) equivale à dos reéctos; pero nuestro Equador, su ege, y el Horizonte, ò la superficie de la tabla, ò materia en que se hizo la meridiana, y que es paralela al Horizonte, hacen un triangulo: luego debemos hallar el valor de 180. grados en todos sus tres ángulos; por la construccion, que acabamos de vér, el ege forma ángulo reécto con el quadrante, que aqui es lo mismo que el Equador: luego los dos ángulos, que quedan, hacen otro reécto; el quadrante, ò lamina equinoccial forma ángulo de 41. grados con el Horizonte, con que nos restan 49. grados para el ángulo, que forma el ege con el Horizonte, y queda el quadrante à la justa altura de Polo, que tiene París. (**)

Por otra parte estando el Equador por la misma construccion expuesto al medio dia verdadero, de modo, que la linea de las 12, viene à ser la meridiana, y la linea de las seis, que atraviesa à la misma meridiana, formando con ella ángulos

D 2 rec-

(**) Para fabricar en Madrid, ò en qualquiera otra parte los quadrantes, se debe tener presente la diversidad de altura de Polo del lugar en que se haga la operacion.

rectos sobre planos regulares , se prolonga aquí ácia el verdadero Oriente , y ácia el verdadero Poniente ; luego el Equador representativo está paralelo de todos modos , y en todos sentidos al Equador real , y el uno se confunde con el otro. Luego el Sol estará 6. meses seguidos sobre nuestra equinoccial superior , y la iluminará desde 21. de Marzo hasta 23. de Septiembre. Y la mañana siguiente se le verá pasar à la parte meridional , con que alumbrará la otra cara , ò lado del quadrante todo el Otoño , è Invierno : y el ege, arrojando allí su sombra , como el Sol arroja su luz , señalará de 15. en 15. grados hora distinta. La parte inferior no señalará sino 12. horas ácia el tiempo del Equinoccio , y ocho ácia el tiempo del Solsticio de Invierno , pues no puede señalar mas horas , que las que está el Sol sobre el Horizonte. Al contrario , la parte superior nos dará 12. horas desde el Equinoccio de la Primavera , y 16. en el Solsticio del Estío , pues este es el tiempo que gasta el Sol en correr el Horizonte de París en estos tiempos. (**)

Fig. 3.

Tal es la disposicion muy simple à la verdad , del quadrante , ò Relog de Sol portatil , que se llama equinoccial , el qual se compone de una brujula , ò aguja , de un cir-

(**) En Madrid son 15. horas el dia mayor , y el menor 9.

circulo equinoccial movable, de un quarto de circulo movable tambien, (**) y de un gnomon, que por medio de un muelle se puede llevar, y subir al uno, y al otro lado de el Equador. La brujula ayuda à hallar con corta diferencia la meridiana, quando no la tenemos sacada. El quarto circulo sirve para poner el Equador movable, segun la altura de Polo, llebandole al complemento de ella, segun el lugar en que nos hallemos; y finalmente, el estilo de resorte, ò muelle nos sirve 6. meses en la parte superior, y otros 6. en la inferior.

El quadrante horizontal, que es sumamente usado, porque señala las horas todo el año, se forma sobre una lamina de metal, ò sobre una piedra, ò losa llana, antes de colocarle en su lugar. Tirase sobre esta lamina, ò plano la linea XIID, que será la meridiana, con quien convendrá quando se colóque, habiendola tomado yá antes para este efecto. Si de un punto de la meridiana, como D, se eleva obliquamente una linea, ò una barrita de hierro PD, que haga con la superficie horizontal ángulo de 49. grados en la altura de París, esta linea imitará al ege de la tierra; sobre este ege en el punto g, tomado à voluntad, elevese una

El quadrante horizontal.

Fig. 4.

(**) La traduccion Italiana omite aqui este quarto de circulo, aunque no en lo que se sigue.

perpendicular, que irá à encontrar la meridiana, y la superficie horizontal al punto, que llamaremos de las XII: el ángulo del ege con la meridiana, y el ángulo recto de la linea gXII. con el ege, se miden en el suelo al lado de la meridiana. Estas lineas se harán despues de hierro, y se elevarán en el plano del circulo meridiano; y todas tres lineas se pueden representar con un triangulo de hoja de lata, ò con una chapa triangular de hierro de la misma medida, que se lebantarà à plomo sobre la misma meridiana: la espalda, ò lo alto de este triangulo está en lugar de ege. Forma la linea gXII. ángulo recto con el ege P D, y éste con la meridiana ángulo de 49. grados, que ambos suman 139. grados, restan hasta 180, valor de los tres ángulos, 41. grados, que son cabalmente los que debe tener el ángulo del Equador con el Horizonte de París. La linea, pues, gXII. perpendicular al ege, y con la inclinacion de 41. grados al Horizonte, es aqui el verdadero rayo del Equador. Y si queremos concebir en dónde estará la interseccion del circulo equinoccial, prolongado sobre este Horizonte en esta plancha paralela al Horizonte mismo, hallarémos la tal interseccion al pie del rayo gXII, y en la linea indefinida O S, que atraviesa perpendicularmente la meridiana, pues el plano del Equador corta en

án-

ángulos rectos el plano de la meridiana. En vez de afirmar el ege, ò lo mas elevado de la planchita triangular sobre una linea, que le sirva de sustentáculo, è imite la inclinacion, ò el rayo del Equador, se puede hacer, ò colocar este sustentáculo perpendicular al plano del quadrante: esto es indiferente.

Aora concibamos el resto de las horas, como otros tantos circulos meridianos, que cortan el Equador de 15. en 15. grados, y cuyos planos son luminosos, hasta el ege que los atraviesa todos; pero sombríos de la otra parte del ege en aquel tramo, ò seccion, que está opuesta al Sol. Para saber à qué puntos de la OS llegarán estas lineas, pongamos un Semi-Equador llano, como C12. sobre el Horizonte, abriendo el compás à la medida del rayo gXII, y dividamos este medio circulo en 12. horas, ò en 24, si se quieren tener las medias horas. Pongamos la linea 12. consecutiva, y como una con la meridiana XIID. Las lineas, ò tramites sombríos horarios 1, 2, 3, 4, 5 prolongados, llegarán à la interseccion del Equador real OS, y en los puntos en que le corten se pondrán los numeros I, II, III, IV, V: del mismo modo se ejecutará con las lineas sombrías 11, 10, 9, 8, y 7 puestas en el semicirculo de 15. en 15. grados, prolongadas

das hasta la interseccion equinoccial OS , poniendo en los puntos en que le toquen XI , X , IX , $VIII$, VII . con las medias horas. Es preciso hacer la division en el semicirculo, donde todas las horas, y todas las divisiones son iguales, y no sobre la linea OS , en donde (por la 71.) tanto mas se separan entre sí, quanto mas obliquamente caen sobre ella.

De este modo, lebantando un triangulo de hoja de lata sobre la meridiana, con su vértice en g , ò un simple estilo, colocado perpendicularmente à la altura, y situacion de g , señalará las horas con sola la sombra del vértice, encaminandola de un punto horario à otro por la equinoccial OS ; à causa de estar el tal vértice en el ege, en donde se cortan todos los circulos horarios; y los puntos de division, ò las horas sobre la equinoccial OS están en los planos de cada circulo horario en que el Sol se halla. Estando el Sol en un plano horario, el punto g del ege, que es parte de este plano, y el punto horario sombrío, que corresponde tambien al mismo plano, es cosa clara, que se miran todos tres con exacta oposicion; y el punto g esconde al Sol en un punto horario, y sirve como de balanza, ò equilibrio para la luz, y la sombra.

Pero en lugar de la sombra de un punto

tomemos la de un ege prolongado à discrecion: y encontraremos aqui la exactitud cómoda de una linea de sombra distinta de qualquiera otra, y una nueva prueba de la rectitud de nuestra division horaria.

El ege P D, saliendo del plano horizontal en el punto D, está lebantado al ayre en el plano del Meridiano, y la sombra de el ege constituye de tal manera parte de este plano, que le representa quando el Sol llega à él. Es, pues, este tramite de sombra como una barrita movible, que dá buelta al ege con perfecta oposicion al Sol, y quando éste pasa à otro circulo horario, indica aquella senda sombría el plano del circulo, que camina el Sol, ganando la parte opuesta à este Astro, y contrahaciendo sus pasos. Para saber seguramente à dónde irá à parar en todo caso esta sombra, mirémos nuestra mitad de Equador, que dejamos puesto en el suelo, y dividido sobre el Horizonte, no como un semicirculo puramente delineado, sino como si estuviera construído de materia sólida. Tomemosle por el punto C, y teniendole en el ayre, sin separar la linea 12 de la meridiana XII, apliquémos el punto C à g, entonces si el Sol está en nuestro Meridiano encima del punto C, el corte sombrío, y movible, no faltando de modo alguno del plano en que está el Sol, caerá so-

bre las XII del Horizonte , del mismo modo , que cae sobre las 12 del Equador. Si el Sol pasa 15 grados mas lejos ácia la parte occidental , la sombra del ege , como una barrita , ò lamina movable , se estenderá ácia 1 en el semicirculo , y llegará à I en el quadrante horizontal ; y en fin , continuará de 15 en 15 grados , cayendo sobre las otras lineas del Semi-Equador , y estendiendose con la misma direccion , de modo , que encuentre los puntos del plano horizontal , en que las lineas se vén detenidas, y hasta donde están prolongadas. Pero este corte de sombra, dando vuelta como una lamina movable al rededor del ege , sale de todos los puntos de éste: luego sale de el punto D como de todos los demás : con que todos los circulos horarios, que representa , se cortan mutuamente en el punto D ; y este punto , del qual sale el ege del quadrante , viene à ser el centro del quadrante , y de las horas : no se trata yá, pues , sino de tirar desde el punto D las lineas horarias , ò à los puntos horarios VII , VIII , IX , X , XI , XII , I , II , III , IV , V , y à medida que el Sol arrojará sus rayos de un lado del ege , la sombra caminará necesariamente por detrás del ege à lo largo de las lineas opuestas.

Quando la sombra llegáre à estar paralela à la linea C 6 de nuestro Semi-Equador,

estará tambien paralela à la interseccion equinoccial OS, con que no pudiendo hallarla la sombra, es preciso buscar otra linea en que señalar las 6.

Puesto que la linea de la sombra, que dá buelta al ege, y al centro D, se halla à las 6 perpendicular à nuestro circulo meridiano, y paralela à la interseccion del Equador, solo se necesita tirar sobre el centro D, por donde debe pasar la sombra horaria, una paralela à la OS, y esta paralela será la interseccion sobre el Horizonte de la sombra horaria à las 6; pues representando la sombra el plano del circulo de las 6, debe cortar el Horizonte al lado opuesto del ege, que está como recostado sobre el medio de este plano horario, y seguir siempre una direccion paralela à la OS: luego el lugar en que se debe tirar la linea de la 6, es al pie del ege mismo, ò centro del quadrante, ò en el concurso de todas las horas, y à ángulos rectos sobre la meridiana.

Si el Sol está sobre el Horizonte antes de las 6 de la mañana, ò despues de las 6 de la tarde, para tener las 4, ò las 5 de la mañana, solo es necesario prolongar al otro lado de la linea de las 6 las lineas, que señalan las IV, y las V de la tarde; y para tener las VII, y VIII de la tarde, es preciso prolongar del lado de allá de la linea,

que dá las 6 , las que dán las VII , y VIII de la mañana. La razon de esta conducta es palpable. Si el Sol , despues de haber corrido de 15 en 15 grados 12 circulos horarios, se halla aún sobre nuestro Horizonte, los circulos nuevos, que corre , son los mismos que los precedentes , aunque tomados al contrario. El plano de cada circulo horario , à donde el Sol llega, está la mitad iluminado , y la mitad sombrío: iluminado hasta el ege , y sombrío despues de él. Asi el Sol à las 6 de la mañana arroja la sombra del ege à la parte occidental; y 12 horas despues, arribando al mismo circulo, embia su luz à donde echaba la sombra à las 6 de la mañana ; y la sombra del ege la encamina ácia la parte oriental. Y esto mismo sucede en las otras horas. Pero lo mas à que se puede estender , es desde las 4, ò 5 de la mañana, hasta las 7 , ù 8 de la tarde en el Verano , estando el Sol fuera de este tiempo debajo de nuestro Horizonte.

Quadrante
vertical.
Fig. 5.

Para tener el quadrante , ò Relox vertical en una pared , ò superficie exactamente opuesta al medio dia, es necesario clavar en la pared, ò plano, sobre la meridiana tirada yá en él, un ege, que haga con el plano un ángulo de suplemento de la altura de Polo , como de 41 grados para París. (**). Estas medidas se toman con an-

(**) Y cinquenta para Madrid.

antelacion sobre el papel, tirando en él la linea DP , que forme con la meridiana DC ángulo de 41 grados. Elevese despues sobre ege DP desde un punto, tomado à discrecion como g , una perpendicular, que caerá sobre la meridiana en el punto que se notará XII : esta linea $gXII$ hará consiguientemente ángulo de 49 grados, que es la distancia del Equador al Zenit de París, la qual es siempre igual à la altura de Polo sobre el Horizonte del lugar de que se habla. Dividiendo el ángulo recto, que forma la pared vertical, y à plomo con el Horizonte, en dos ángulos agudos, uno de 49 grados del lado de la pared, y otro de 41 del lado del Horizonte, la linea $gXII$ es por consiguiente paralela al Equador, y puede tomarse por el rayo del Equador. Con la abertura de compás igual à este radio equinoccial formese, como se hizo en el quadrante horizontal, un medio Equador, ò semicirculo $C12$, divídase en 12 partes iguales, notémos la primera, y ultima con el numero 6, ò llamemosle linea de las 6, y la del medio será de las 12. Pongase ésta unida con la meridiana XII , y despues prolonguense las demás lineas de las restantes divisiones, hasta que encuentren la OS perpendicular à la meridiana en XII , al mismo tiempo que pasa por el pie del radio equinoccial $gXII$. Si se concibe el ege PD , como que sale de la pared, y que

le.

Levantando el Semi-Ecuador lineal llebamos el centro C al punto g del ege , verémos , que la linea O S es la interseccion del Ecuador sobre el plano de la pared. Todos los circulos horarios , fuera del de las 6 , dirigen la sombra desde el ege hasta la interseccion equinoccial O S. Las lineas tiradas de las divisiones de la interseccion O S , deben , segun esto , ir todas à parar al punto D , en donde el ege está clavado en la pared. Una linea tirada por este punto D , y paralela à la seccion O S , representa la sombra movible , que dando buelta al ege , corta en ángulos rectos la meridiana : V. m. sabe muy bien , que ésta es la linea de las seis de la mañana , y de la tarde. Tiradas , pues , estas lineas (que todas son secciones de los planos horarios) en el plano de la pared vertical , que mira al medio dia , sin perder nunca el gnomon el ángulo de 41 grados , queda el Relox hecho.

Supuesto que esta pared opone sus dos lados al verdadero Oriente , y al verdadero Poniente , es preciso que el Sol arroje los rayos à las seis de la mañana , y de la tarde , paralelos à la pared , y que enfile todo su grueso. El quadrante vertical , y exactamente meridiano , no puede segun esto , señalar la ahora , sino desde el instante inmediato despues de las 6 , en el qual embia

sus

sus rayos rasantes , empezando à iluminar la pared , y prosiguiendo en ejecutarlo hasta el momento inmediato à las 6 de la tarde , en que ya cesa de bañar aquel plano con sus rayos. Puedense no obstante señalar las demas horas , que el Sol dá antes de las 6 de la mañana , y depues de las 6 de la tarde , trasladando à la superficie septentrional las mismas medidas, que dimos antes , y prolongando en aquel plano con rayas , ò puntos coloridos , las horas de IV, y V por la mañana , y de VII , y VIII por la tarde.

Quadrante
Septentrio-
nal.

Mudémos de plano : tomémos una pared, que mire exactamente por uno de sus lados al verdadero Oriente , y por el otro al verdadero Occidente. Esta pared está en el plano de nuestro Meridiano : el circulo horario meridiano, que pasa por encima de nuestras cabezas , y el ege, que pasa de una à otra parte de este circulo, son paralelos à nuestra pared, ò se miran como penetrados con su grueso. El ege del Mundo no forma ángulo con el plano de esta pared. Si el ege no hiere la superficie de la tal pared, el quadrante , que queremos formar en ella , no tiene centro , ò punto comun en que los circulos horarios se corten mutuamente: cómo, pues, podremos obligar à que se encamíne à este plano la sombra del ege , laminita de sombra movable , que corresponde al Sol, trocando de circulo de 15 en 15 grados al rededor del ege?

Quadrante
Oriental.

Es-

Esto se ejecutará elevando sobre el cuadrante una lamina de hoja de lata en forma de cuadrilongo, que con su linea superior imite la posicion del ege : ò si no, introduciendo en la pared, y asegurando una estaca, ò sustentáculo, que sostenga en su estremidad una barrita de hierro paralela à la pared , y al ege del Mundo. La sombra , en este caso , dando buelta , ò girando al rededor de este ege representativo en un sentido , y camino opuesto al que lleba el Sol, caerá directamente sobre la pared à las 6 de la mañana, quando el Sol le hiere cara à cara , y la sombra irá bajando conforme el Sol vá subiendo. La sombra misma de este ege caerá 6 horas despues perpendicularmente à la proyeccion de la hora sexta , y paralela à la pared: con que no se podrá señalar en este cuadrante la hora del medio dia, si yá no se toma por señal esta misma circunstancia de acabar de señalar, ò de no hacer sombra alguna, que nos pueda decir la hora que es. Una lamina semejante , ò el cabo de una varilla de hierro, colocada del mismo modo en la superficie de la pared opuesta à la precedente , començará al punto que páse el medio dia, à dirigir su sombra à la pared. Todas estas proyecciones son necesariamente paralelas entre sí; pero, y quáles son los espacios diversos con que se deben señalar? Todavía nos servirá tambien aqui de regla un Semi-Ecuador por medio de la llegada, ò contacto de sus lineas

horarias à una línea , que representa la interseccion del Equador real sobre el plano.

Tirese una línea horizontal HO , y sobre el punto A , tomado à voluntad en esta línea, paralela al Horizonte, formese el ángulo MAL igual à la altura de Polo en que nos hallamos. Continuarémos en tomar, por egemplo, 48. grados, y 50. minutos, ò simplemente 94. grados, que es la elevacion de Polo sobre el Horizonte de París. (**) Si se tira, pues, por el punto A la línea EQ , que forma con la Horizontal HO un ángulo igual à la elevacion del Equador, ò con la AM , paralela al ege, un ángulo recto, estas tres líneas $E A Q$, $M A C$, $O A H$ representarán las intersecciones del Equador, del círculo de la hora sexta, y del Horizonte con el Meridiano, que es la pared.

Fig. 6.

En los Reloges precedentes no hemos hablado de la línea substilar, que pasa por el pie de un estílo, ò gnomon recto, perpendicular al plano del quadrante, sea para señalar la sombra de su vértice, ò sea para sostener el ege. Esta substilar hasta aqui no era otra que la meridiana: con que estando aora el Meridiano, y línea meridiana en el plano de la pared, la línea substilar será la línea de las 6. Sobre el punto A , y una línea in-

Tom. X.

F

cli-

(**) O quarenta en el Horizonte de Madrid.

clinada 49. grados encima de la horizontal, coloquese una lamina de figura paralelograma, para notar la sombra de su linea superior, ò elevese un estilo recto para tener la sombra de su vértice, ò una estaquilla recta, que sostenga una varita de hierro paralela al ege del Mundo. La razon de elegir este punto A por pie del estilo, y de la linea M A C para formar la substilar, está fundada en el aspecto del Sol.

A la hora sexta, quando los rayos del Sol rasantes del plano del Equador, y paralelos à él, forman un ángulo recto con nuestro Meridiano, hacen tambien del mismo modo ángulo recto con la pared oriental: luego enfile perpendicularmente al estilo recto, ò à la lamina perpendicular al plano, y están en este instante sin sombra el uno, y el otro. Una barrita de hierro, colocada en la parte superior del estilo recto, y paralela al ege, echará à las 6. su sombra sobre la linea M A C, ordenada segun el ege del Mundo. Esta linea de sombra será la mas corta de quantas puedan caer en el plano por ser perpendicular à él: dando despues buelta, como una lamina movible, al rededor del ege representativo, se irá prolongando à la medida que vaya siendo mas obliqua, y caerá à lo largo del plano, terminandose en él con una linea paralela siempre à la proyeccion precedente de la sombra.

Para saber cuánta debe ser la altura de la estaca, ò sustentáculo, que mantenga la varilla de hierro paralela al ege, ò la altura de una lamina, ò de un gnomon; y para determinar los espacios de las horas; emplearémolos tambien una porcion de Equador, formandola desde luego sobre el plano en la superficie del quadrante.

Tomese la longitud *A C* à voluntad, despues con esta longitud, como radio, y desde *C*, como centro, describase el arco *A S* de 90. grados: dividase esta quarta parte de Equador en seis partes iguales, y por los puntos de division tirense sobre la seccion equinoccial *E Q* las lineas *CB*, *CF*, *CG*, *CN*, *CQ*: despues por los puntos *B*, *F*, *G*, *N*, *Q*, tirense paralelas à *M C*, ò, lo que es lo mismo, perpendiculares à la equinoccial *E Q*: y estas serán otras tantas lineas horarias desde las 6. de la mañana hasta las **II**.

Con semejante operacion se tendrán las lineas horarias en la superficie occidental; y si se quiere, se puede delinear el Relox de las horas orientales en un papel, que untado con aceyte, y mirado al rebés, dará las horas occidentales con sola la diferencia de que la cifra **XI** se trocára en la **I** despues de el medio dia, y las **X** en **II**, y asi las restantes.

Quadrante
occidental.

Para tener las horas, que preceden à las

6. de la mañana , y las que se siguen à las 6. de la tarde , no es necesario sino proseguir el arco descripto , y tomar en la continuacion de él otras tantas veces 15. grados , quantas el Sol dá horas antes de las 6. de la mañana , y despues de las 6. de la tarde : para esto tirense dos lineas desde C à las dos divisiones D, E, y por estas dos divisiones las paralelas à M A C.

Imaginémos aora , que el arco C P A S se endereza , y lebanta perpendicularmente sobre el plano del quadrante , quedando el centro C en el ayre , y siendo A el punto de el contacto sobre la seccion E Q : clave se en el centro C un cabo del ege , ò de una barrita de hierro paralela à M A , la sombra de este ege , dando buelta , tardará ocho horas en correr el arco P A S. Las paralelas , que pasan por las divisiones de P A S , prolongadas hasta la seccion del Equador E Q sobre el plano del quadrante , son las intersecciones necesarias , ò las diversas caídas , y señales , que hará sobre el plano el corte , y linea de la sombra , que rueda debajo del ege de hierro opuesto al Sol. Aunque nos hemos válido de un ege de hierro , que atraviese por el vértice del estilo para hacerlo todo mas sensible , se puede qualquiera servir de un gnomon recto (cuyo vértice será solamente el que señále) ò de una lamina de hoja de

B/4



de lata , que con su linea superior indique la hora. Lo que se necesita es , que la estaca, que sustenta al ege de hierro , ò el simple estilo recto, ò el paralelogramo de hoja de lata , sea de la altura de CA radio del Equador , que lo arregló todo.

El Relox , ò quadrante polar ; esto es, aquel , cuya superficie es paralela al ege , prolongando sus dos extremidades ácia los dos Polos , y haciendo cara al medio dia , tiene paralelamente las proyecciones de la sombra dispuesta con lineas paralelas. No hay en este Relox centro , porque el ege no le atraviesa, el Meridiano cae directamente , y le corta con una linea recta , que es la meridiana. Si se eleva algun cuerpo para que haga sombra , ha de ser en el plano del Meridiano , de modo , que eche , quando el Sol se halla en él, la sombra mas corta : pues (por la 71.) es perpendicular al plano , por pasar el Sol por encima de él directamente. Pero en las demás horas se irá prolongando mas , y mas de una , y otra parte la sombra à proporcion de su obliquidad , y cesará de señalar la hora à las 6. de la tarde , y bolverá à señalarla poco despues de las seis de la mañana , porque la sombra , que arroja 6. horas antes , ò despues del medio dia , es paralela al plano, con que no le encuentra mas. Yá sea que se forme este quadrante con un ege paralelo

Relox Polar.

al

al ege del Mundo , colocandole , y suspendiendole en el vértice de un estilo recto ; yá sea que se eleve sobre la meridiana una lamina en forma de quadrilongo , ò yá que solo se le quiera poner un estilo recto para que señale con su vértice las horas , es necesario , que la estaca , que sostiene al ege , lamina , ò estilo , sean de la misma altura que el radio , que haya servido para dividir , como yá dijimos , las horas sobre una interseccion equinoccial , que corte perpendicularmente la meridiana al pie del gnomon. Un Semi-Ecuador , delineado ligeramente sin ahondar en el plano del quadrante , con cinco divisiones de cada lado de la meridiana , dará todas las horas posibles en el plano del quadrante , y los puntos por donde se han de tirar las lineas paralelas à la meridiana.

Los quadrantes de que hasta aqui hemos hablado , son simples , y regulares por la igualdad , y rectitud de su aspecto ácia ciertas partes del Mundo. La regularidad , y correspondencia del plano del Relog à determinados circulos de la Esphera , ayuda en esta especie de quadrantes à hallar facilmente la proyeccion de la sombra. Pero si las superficies donde se pide un quadrante , declina ; esto es , se aparta de esta correspondencia , è igualdad de aspectos , haciendo ángulos agudos de una parte , y obtusos de otra con la meridiana-

Reloges irregulares, ò declinatorios.

diana , ò con otros circulos , las reglas se varían entonces , como se varían las posiciones , y no en corto numero à la verdad. Estas reglas se han tratado muy sabiamente por los Padres Clavio , y Dechales , y asimismo en las gnomonicas modernas de M. Desparcieux , y M. Ribard. Todos los casos , que se pueden ofrecer , se vén prevenidos en estas Obras , y todas las declinaciones , que convienen à los tales casos , se hallan determinadas por medio del cálculo trigonometrico.

No habiendole dado à V. m. hasta aora sino una ligera tintura , y uno como diseño del método de los Geometras , porque la historia del origen de las Artes , y de las primeras acciones prácticas , que el entendimiento del hombre ha dado à luz , me obligaban à esto , no debo pasar los límites , que me he puesto , ni proponerle à V. m. al presente la determinacion de los quadrantes para toda especie de aspectos por medio de la comparacion , y cálculo de senos , secantes , y tangentes. Con todo eso , como la mayor parte de las fachadas , y paredes , en que se puede deseear un Relog de Sol , son irregulares , y fabricadas sin la mira , è intencion de levantarles sus planos opuestos directamente à alguno de los puntos del Mundo , he ideado suplir los cálculos con una máquina , que abraza con poco trabajo casi todos los casos ,
que

que se pueden ofrecer. Con la descripción, que vamos à hacer, verá V. m. que se puede executar esta máquina, aun por un Carpintero de Aldéa, poniendole debajo de la dirección de dos Inspectores tan hábiles, como exactos, quales son el nivel, y el compás. Por otra parte esta máquina es una imitación muy sencilla de la proyección de la sombra, y de la luz, según la diversidad que tiene cada hora, y casi sin distinción para toda suerte de planos. La práctica no es solamente mecánica, sino Mathematica también; pues la medida de los movimientos, que se ven en ella, es tan Geométrica, como lo son las mismas líneas calculadas, demostradas, y convencidas.

Máquina horaria. Fig. 7.

Al nivel N, de que nos servimos para hallar la meridiana, añadanse las piezas siguientes.

El sustentante S S, ajustado en la cotana, ò agujero quadrado con los encages, y espigas M M, de las quales una está afirmada con el tornillo superior V S, y la otra atravesada, ò calada en la parte inferior de el nivel N con la segunda clavija, ò pitón 2 C. En lo inferior del sustentante W, que está por esta parte cortado obliquamente, y haciendo con el Horizonte un ángulo igual à la elevación del Equador, que aqui es de 41. grados, está colocado un semicírculo E Q, pa-

paralelo al Equador, cuyo nombre le daremos por aora. Este Equador está dividido en 12, ò en 24 partes iguales para las 12 horas, ò para las 24 medias horas. Si hubiere necesidad de mas horas, siendo el Equador movable, las dará todas, mudandole: el Equador se debe cortar, escofinar, y componer de modo, que su anchura, y grueso sea igual à la extremidad de todas las divisiones, dientes, ò puntos.

El ege A está asegurado por el sustentante S S, ayudado de una tornapunta, y dirige su parte superior à la linea meridiana necesaria en la mayor parte de los quadrantes. Sobre este ege rueda la plancha L, con su brazo, y encaje B. Este brazo buelve, y presenta su encaje, proporcionado à cada diente del Equador, de modo, que se ajuste en él, y pueda despues salir para pasar al diente, que se sigue.

La lamina L es de una madera de cinco lineas de gruesa, y está atravesada de quatro canalitas de dos lineas y media de profundidad, las dos paralelas al ege P P, y las otras dos que atraviesan la lamina, y están perpendiculares al ege T T.

Las RR son muchas reglitas de diferente longitud, y de una anchura exactamente proporcionada à las canales P P, y T T en que deben entrar.

Cada reglita tiene su linea fiducial, y todas son puntiagudas, aunque debe la punta con todo eso ser llana por el lado, que entra en la lamina, y de modo, que la extremidad de la reglita carga en la linea fiducial. Estas reglitas pueden tener, si son de madera, quatro, ò cinco lineas de grueso, de suerte que no se puedan caer; pero serán mas à proposito, si se hicieren de hierro, ò cobre. Afirmanse con un tornillo, que entre en la hembra, ò espiras de un agujero permanente.

El brazo B representa el rayo del Sol, ò el tramite luminoso del plano de un circulo horario, qualquiera que sea. La plancha L, resistiendo siempre, como opuesta al brazo B, representa la senda, y corte sombrío, ò el resto del plano horario detrás del ege. Si el Sol B deja un punto del Equador, y pasa 15 grados mas adelante, la sombra, ò la plancha (que aqui son una cosa misma) se moverá al contrario del Sol otros 15 grados.

Si esta plancha, ò sombra movable se prolongáse hasta el plano de la pared, que se le presenta, y opone, cortaría la superficie de ella con una linea recta; y con dos puntos solos, que tengamos de esta interseccion, tendríamos la linea entera (por la prop. 7) Pero introduciendo quanto se quiera nuestras reglitas por las canales paralelas,

ò transversales de esta plancha , la prolongan , y lleban consigo dos puntos , que se pueden señalar alli donde llegaron : y como teniendo los dos puntos de una interseccion , se pueden unir con una linea recta , tendrémus yá de este modo la interseccion entera. Imitando el brazo B el camino regular de el Sol de 15 en 15 grados , que se cuentan en el Equador , ò en un circulo paralelo à él , nuestra plancha , ò nuestra sombra , camina con la misma regularidad : las reglitas prolongan en todos los planos la proyeccion de la sombra , alargandose , ò ácia la parte superior , ò ácia la inferior , ò lateralmente los dos puntos , que logramos de este modo , son equivalentes à una linea de interseccion ; y como toda linea de interseccion nos dá los dos puntos de todos los descensos de la sombra , tenemos por consiguiente las intersecciones de los planos de todos los circulos horarios , tomando siempre reglitas , ò mas largas , ò mas cortas , segun la regularidad de lo proximas , ó lejanas , que se hallásen las paredes.

Esta máquina camina regularmente como el Sol de 15 en 15 grados , ò de 7 y medio en 7 y medio. Quando el brazo , que representa al Sol , llega à las divisiones orientales del Equador , el tramo de sombra vá à señalar fielmente en la parte occidental , y al con-

trario. En fin, del modo mismo que la accion del Sol es invariable, è independiente de los caprichos, y extravagancias de los aspectos, que se le presentan, y oponen, la accion de la máquina horaria sigue su constancia, y arroja sus sombras exactamente ordenadas sobre qualquier plano que sea. La diferencia, que experimentamos entre la proyeccion natural de la sombra, y el camino artificial de nuestra interseccion, y corte movable, es porque ignoramos la cantidad fija del progreso de las sombras naturales: en vez de que sabiendo aqui justamente el camino de nuestro Sol B, conocemos del mismo modo los 15, ò siete grados y medio, que ha corrido nuestra lamina. Unanse los dos puntos de sombra de cada progreso, y adelantamiento que hace, y tenemos no solamente la hora, y la media que buscamos, sino tambien el conocimiento exacto de toda la operacion.

Esto se probará con una breve induccion de los planos diversos, que vámos à presentarle à nuestra máquina horaria.

No es necesario apresto, ni máquina para delinear un plano equinoccial superior, ò inferior, pues uno, y otro se reduce solamente à la division de un circulo en 24 partes, con un ege, que se fije, formando ángulos rectos en el circulo inclinado como el Equador.

Para formar un cuadrante horizontal, pongase el nivel, y el ege A, bien asegurados sobre la linea meridiana, è introducidas las reglitas por los canales P, P, los puntos, que señalaren à la diestra, y à la siniestra del medio dia; ò de la meridiana, imitarán todas las mutaciones de la plancha movable, y dividirán el ege, que vendrá à ser de este modo el centro del cuadrante. No hay necesidad de buscar una linea equinoccial, pues la plancha, ò tramite de la sombra, quedando perpendicular de una, y otra parte à la meridiana, será la linea de las 6. Para tener las 16 horas de los dias mayores, desprendase el Equador de debajo de los tornillos W, de suerte, que tengamos de una parte, y de otra de la meridiana ocho dientes, ò puntos, y ajustese asi el encaje B, y tendrèmos de este modo las 16 horas, que buscamos.

Es el plano vertical, yá sea meridional, ò yá declinatorio à una parte, ò à otra? Pongase el nivel, y los pitones, ò clavijas 1 c, 2 c, y el ege A sobre la meridiana horizontal, conduzcase la lamina, de modo, que quedando à determinada distancia de la meridiana, deteniendo el brazo B en las 12, corriendo paralelas al ege las reglitas, y subiendolas, irán à buscar la pared, señalarán en ella la meridiana, y despues todas las de-

demás intersecciones que fueren posibles en aquel plano. Si el plano corta à ángulos rectos el Meridiano, las reglitas nos darán quatro puntos, que formarán la línea de las 6 perpendicular à la meridiana. Pero si la pared declina, por egeemplo, del verdadero medio dia ácia el Oriente, y el ege de la máquina horaria expuesto, y prolongado con una regla, ò cuerda, indicará el punto, en que es necesario poner un ege de hierro, que éntre en la pared, el qual vendrá à ser el determinativo de todas las líneas horarias. Pero aun sin buscar así el centro, se hallará de este modo: la plancha movable, dejada à su peso, y libertad, bajará ácia el punto final de la meridiana del tablado en que se sacó, y con sus dos reglitas alargadas ácia lo alto, ò transversalmente, indicará en la pared la verdadera meridiana del lugar, la qual cae à plomo del Zenit al Horizonte.

El brazo B, llebado ácia la una, ò ácia las once, y sucesivamente à las demás horas, hará jugar la plancha en dos sentidos, ò de dos modos opuestos, y las reglitas, alargadas, ò acortadas, segun la posicion de la pared, dejarán en todas partes dos puntos para cada corte, que se halla en todas las horas. Como este corte movable tiene su centro en el ege, las líneas horarias ván à parar todas à él, en un mismo punto de me-
ri-

ridiano, y muestran aquel en que el ege se debe fijar en la pared. Para tener este ege en su paralelismo con el ege del Mundo, se le pone un sustentáculo, à que llaman estilo, y que se puede poner recto en la linea, que representa la interseccion del circulo vertical conveniente al quadrante. Este quadrante en efecto se puede mirar como un Horizonte diferente del nuestro. Quando la plancha movable se halláse entre el plano del quadrante, y el ege en frente del punto de Cielo, vertical al quadrante, la linea, que las reglitas, dirigidas por TT, nos darán entonces, será la substilar, en que se acostumbre poner el sustentáculo del ege. Esta linea, como V. m. vé, es la verdadera meridiana del plano del quadrante, la qual viene à ser diversa de la meridiana del lugar, quando el quadrante declina. Pero estando el ege bien colocado, y las lineas bien tiradas, el conocimiento de la substilar sirve de poco.

A primera vista queda uno maravillado de que la linea de las 6, que hace ángulo recto con la meridiana en el quadrante meridional sin declinacion, haga en el quadrante, que declina, un ángulo agudo con la misma meridiana. Pero la máquina horaria ayuda à entender la razon de esto. Quando el plano hace frente al medio dia, las reglitas suben por P, P, paralelas al ege, y se elevan

van tan altas como él en la pared , en donde forman una linea perpendicular à la meridiana , y que pasa por el centro mismo con que ésta encuentra. Pero si la pared se acerca al ege por el un lado , y se aleja por el otro ácia Oriente , ò ácia Occidente , las reglitas , que siguen la inclinacion del ege, encuentran la pared por el lado que se acerca al ege , antes de llegar , ò ser prolongadas hasta el lado del centro. Como la reglita interior, ò vecina al ege no sube tanto como él , y aun todavia menos la regla exterior, es preciso que la linea , tirada obliquamente por estos dos puntos hasta el centro , haga con el ege , y con la meridiana un ángulo agudo: con que variando estos ángulos otro tanto como varían las declinaciones de las paredes , ò planos , piden otros tantos cálculos , quantas declinaciones nuevas se encuentran. La accion de la máquina horaria es tan uniforme como lo es la de la esfera natural. Sobrevenga la declinacion que se quiera , las reglitas fijan, y determinan las diferencias de una situacion à otra.

Tampoco hay dificultad en formar por medio de esta máquina el quadrante polar , y paralelo al ege. La caída perpendicular de la plancha movible dá la meridiana ; y el lugar del estilo , y la distancia desde el ege hasta el plano del quadrante determina la altura del

estilo mismo. La plancha, que rueda de 15. en 15. grados con las reglitas, mas, ò menos prolongadas en las canales transversales TT, señala las líneas paralelas à la meridiana, à donde vá llegando la sombra de una hora à otra desde las 6. de la mañana hasta las 6. de la tarde: y como este quadrante sea una imitacion del horizonte de aquellos Pueblos, que habitan debajo del Equador, no es posible, que el Sol señále en ellos sino solas las 12. horas dichas.

La misma facilidad se halla para formar el quadrante oriental, ò occidental. Llebada, ò dirigida la plancha perpendicularmente sobre el plano de este aspecto, señala en él la hora, que dá el Sol, esto es, seis horas: determina tambien el lugar del estilo: la distancia del ege, que trahe la plancha, y del plano, que ésta mira verticalmente, es la medida de la altura, que debe tener el estilo. La misma plancha indica las nuevas líneas paralelas à la línea de las seis, à medida, que el Sol vá mudando de circulo horario.

Si el quadrante equinoccial inferior, que sirve de modelo al superior, si el horizontal, el vertical, el inclinado, y todos los Reloges declinatorios, que piden tantas precauciones, y tantos cálculos; si el oriental, el occidental, y el polar, que tienen formas tan diversas de los demás; si la mayor par-

te de los cuadrantes , que se usan , y reducen à la práctica , provienen perfectamente de la máquina horaria , y se delinéan con ella con la misma distribucion de horas , con la misma forma que reciben de las reglas de la Gnomonica , fundadas en la correspondencia de las sombras con las situaciones del Sol en la Esphéra , será una prueba clara de que la máquina representa perfectamente los círculos de la Esphéra , y la proyeccion de las sombras.

El Globo.

En lugar del instrumento precedente se pueden conseguir los mismos fines , sirviéndose de un Globo con un Semi-meridiano movable. Orientado este Globo , ò lo que es lo mismo , habiendole dado la posicion , que debe tener à su ege , segun la altura de Polo del lugar , y de modo , que quede paralelo al ege del Mundo , se puede gobernar el Semi-meridiano , de modo , que siga al Sol en todos sus caminos , y progresos de 15. en 15. grados contados en el Equador : y el Semi-meridiano nos representará allí un nuevo círculo horario : y prolongando con precaucion el plano de cada círculo horario con unos hilitos bien estendidos , y tirantes , ò con reglas pequeñas bien afirmadas , ò de otra qualquiera manera , hallarémolos dos puntos de la proyeccion de la sombra , sea para cada hora , ò para cada media hora sobre todo plano.

Con-

Consiguientemente este Semi-meridiano movable puede mostrarnos cada hora , y cada instante del dia , con la sombra , que arroja à plomo , y la mas corta , que es posible tener debajo de cada aspecto del Sol. Este quadrante tan simple , y sin composicion puede adornar un jardin con la belleza de su figura. (**)

El anillo astronomico tiene algunos principios particulares: componese de dos circulos concéntricos de plata , ò cobre. El exterior es el Meridiano de nuestro horizonte, el interior es el Equinoccial : para que éste pueda hacer sus oficios de Equador , se mueve sobre dos egecitos , ò goznes , que le mantienen asido al Meridiano , de modo , que le pueda cortar à ángulos rectos ; y quando se le pone en esta situacion , encuentra dos descansos , y asientos , que le suspenden , sin que pueda pasar mas adelante: quando no se quiere usar , halla en la otra parte otros dos asientos , en que se encaja de plano , quedando sin estorvo para entrar en su caja , ò en su estuche. Si se quiere tener este Equador en la elevacion , que le conviene à cada horizonte , se suspende el Meridiano por medio de una manecilla , ò sortija , que se conduce à la latitud del lugar sobre este Meridia-

El anillo astronomico.

H 2

nq:

(**) La traduccion Italiana omite todo esto , que pertenece al Globo, pasando desde la máquina horaria al anillo astronomico.

no: pues si la sortija, ò manecilla de suspension corre por el Meridiano dividido en grados hasta la distancia de los 49.º de el Equador, es claro, que la tal manecilla estará en el Zenit de París: con que desde la sortija, ò manecilla, al (*) Polo, restan solo 41. grados; pues hay 90. desde el Polo al Equador: luego el Equador de esta máquina estará entonces à 41. grados de elevacion sobre el horizonte, (**) y el punto del Polo à 49, completando estos quatro arcos juntos 180. grados de horizonte, y siendo siempre la elevacion de Polo, como la distancia de el Zenit al Equador. Para hallar siempre pronta la manecilla à todas las posituras, y lugares, que pidan los nuevos horizontes, à que pueda venir, se introducen dos ganchos en una canalita rotunda, que hay entre las dos superficies del Meridiano. (**)

La pieza de suspension corre de este modo, segun se quiere, hasta el Polo Austral, y arreglando la posicion del Polo vecino conforme à la latitud del Polo Austral, ò Meridional, se hace del anillo astronomico un Relox, è instrumento universal.

Los dos Polos están señalados con dos
goz.

(*) Vease la Conversacion à cerca del Globo, tom. 8.

(**) En Madrid 50, y à proporcion los demás.

(**) En un anillo astronomico, que yo tengo, fuera de diferenciarse algo en las piezas, y materia del que aqui se describe, esta manecilla corre asida à una especie de circulo, colocado en un canal entre las dos caras, ò superficies del Meridiano,

goz necillos, que afirman en el círculo meridiano, ò en las dos cagitas en que se ajusta, y baja el círculo equinoccial. Estos dos Polos, ò goznes, que los representan juntamente con los del Mundo, sostienen una plancha, que juega allí con sus dos extremidades, y *atraviesa diametralmente* el Equador puesto en su lugar, ò haciendo su oficio; porque el Equador cesa de obrar, quando se le dobla en la caja en que se ajusta, y en donde queda concéntrico al Meridiano.

El ege está representado en este instrumento con una larga, y curiosa abertura, que atraviesa esta lámina casi según toda su longitud. Esta abertura sirve para colocar en ella una pieza pequeña de metal agugereada, que se llama corredor, y que yendo, y viniendo, según las varias declinaciones del Sol, se halla de día en día exactamente entre el Astro, y un punto opuesto sobre el limbo, ò borde interior de la equinoccial; de donde se sigue, que estando el Sol, el corredor taladrado, y el punto opuesto en el Equador de la máquina en una misma línea, debe hallarse este punto del Equador necesariamente iluminado al través de la sombra, que le realiza, y deja vér.

Para dirigir la fábrica del anillo astronómico, se forma en el papel un círculo, cuyo diámetro sea igual à la abertura, que
se

se juzga conveniente dárle à la lámina , ò plancha. Esta abertura es igual , segun su longitud , à un arco de 47. grados , para que alcance à todas las declinaciones del Sol : y el circulo , que está señalado como por diámetro de esta abertura , representa la ecliptica con sus doce Signos : con que se divide este circulo en 12. partes iguales : los puntos se unen de dos en dos con lineas paralelas , que comprehenden menos espacio ácia los Trópicos , que ácia los Equinoccios , como lo vimos en la Fig. 2. Despues se parte cada una de las seis divisiones , que bastan para los 12. meses , en 3. veces diez dias , ò en cinco veces seis dias , para conformar lo mas que sea posible la posicion del corredor con la declinacion actual. Todas estas medidas se trasladan fielmente à los bordes , ò orillas de la abertura de la lámina. Quando despues se quiere uno servir del anillo , se coloca el corredor en su dia correspondiente , y se suspende la máquina , segun la altura de Polo del lugar ; buelvese la superficie , ò cara de la lámina , ò plancha , que tiene el corredor ácia el Sol , y el punto luminoso vá à dár fielmente à la orilla , ò limbo del Equador , à excepcion de los dias del Equinoccio , en que el Sol , dando buelta al Equador de cobre , como la dá al rededor del celeste , no puede arrojar la sombra del borde superior al inferior opuesto.

Ade-

Además de esto , es tambien necesario exceptuar la hora de las 12. todos los dias ; porque dando entonces el Sol en el Meridiano de cobre , echa la sombra al extremo opuesto , en que está la hora del medio dia ; pero se conoce , que lo es por esto mismo , à causa de hallarse à las 12: sin irradiacion alguna el instrumento.

No obstante todo esto , vé aqui una dificultad , capáz de suspender à los que ponen curiosos , y atentos sus ojos en esta máquina. El Sol , dirán , estando en el Equinoccio procura en R , (Fig. 8.) introducir sus luces por el centro N ácia el lado opuesto P ; pero si el Sol declina del Equador , desde el dia siguiente debe tambien apartarse la irradiacion. Pasemos el Sol à S en su mayor declinacion septentrional , entonces embiará sus luces al centro N , y consiguientemente à 23. grados y medio del Equador ; pero de ningun modo sobre el borde , ò margen P : luego no podremos tener el punto luminoso , que se pide. Pongamos el corredor sobre la lámina en I para el dia 21. de Junio : Qué sucederá , si unimos con un hilo la declinacion S, el punto del corredor I , y la caída del punto luminoso P , en el borde , ò limbo de el Equador ? Nuestro hilo se encorbará en el corredor , ò chapita , que corre entre Trópico , y Trópico , y tendremos una curva. Pues

sol

cómo

cómo queremos, que el rayo luminoso, que debe ser recto, llegue al lugar donde le esperamos? Con todo eso él llega.

Este capricho aparente de la luz nos descubre la habilidad del Inventor: el modo con que discurrió, es éste: Opongase al Sol ácia qualquiera parte, ò en la habitacion, que se quiera, aunque sean millares de Meridianos de cobre, que tengan una planchita, que los atraviese de una parte à otra, ò de uno à otro margen, de modo, que la planchita esté aguceada por el centro, al mismo tiempo que atraviesa un Equador, colocado sobre el Meridiano à ángulos rectos: tales son el circulo PHRE, y el otro circulo máximo, que contiene, y encuentra dentro. Hallandose el Sol en este caso en la latitud septentrional de 23. grados y medio, embiará sus rayos à todos estos instrumentos, y los hará pasar de S à N al mismo tiempo, que camina por el otro lado à 23. grados y medio del Equador. Si la plancha movable se opone al Sol à medida, que describe qualquier otro paralelo, que declíne yá mas, yá menos del Equador, el extremo de su rayo de luz describirá un paralelo semejante al otro lado del Equador: y la razon por que en estos instrumentos, tan distantes unos de otros, son los efectos los mismos, es porque siendo los circulos de toda la máquina paralelos entre sí respectivamente, y paralelos à los circulos

los celestes , los rayos solares caen fielmente en los mismos grados en el mismo dia , y todos estos rayos son de tal modo paralelos entre sí , que forman como un rayo solo, ò por mejor decir , forman una masa de luz compuesta de hilitos paralelos entre sí. Luego si debajo del diámetro H E de mi Meridiano P H R E imagino , ò describo una nueva Esphéra como debajo de una tangente , ù otro Meridiano del mismo , ò diverso radio que el precedente , el Sol será tan fiel en arrojar sus rayos el dia 21 de Junio sobre los 23 grados de declinacion por el centro de esta segunda Esphéra , como lo es en obrar el mismo efecto en los millares de Esphéras , que dijimos. Siendo esto cierto , considerémos el arco de 47 grados de un segundo Meridiano S M : colocado sobre el plano del precedente , y por las dos declinaciones mas separadas ácia el Septentrion , y Mediodia formaremos juicio de las demás. Como el dia 22 de Diciembre enfila el Sol sus luces por m N , las enfilará igualmente por M P , pues P es el centro de S M , como N es el centro de s m : y el dia 21 de Junio arrojará sus rayos à lo largo de s N , embiando otro hilo de luz paralela à lo largo de S P. Mudémos el diámetro , ò la tangente H E en una planchita larga , movable , y agugereada , para poder re-

cibir un corredor , segun la distribucion de los dias del año , que se notará en las margenes de la abertura. Yá tengo , en este caso, dos puntos de la linea , que sigue el Sol en mi Esphéra el dia 21 de Junio ; es à saber , el punto de declinacion S , y el centro P. Llebémos el corredor sobre la misma linea tangente en I , y se hallará entre el centro P , y un quarto punto , que será el Sol : luego el corredor , puesto este dia en I , bastará para iluminar el punto central de la Esphéra S M , aplicada à la Esphéra PHERE: luego lograré el mismo efecto el dia 22 de Diciembre , y el corredor , puesto en D , dejará vér al Sol el punto central P , siendo el aspecto el mismo para S M P , que para s m N. (**)

Si en lugar de una porcion de Esphéra imaginaria , ò simplemente delineada en el plano P H R E , unimos à la plancha movable H E un sector de cobre S M P , haciendo caminar la plancha de 15 en 15 grados , y siempre opuesta al cuerpo solar , sobre algun circulo paralelo al Equador , el sector , unido à la lámina , caminará con ella. Y como P es al mismo tiempo el vertice del trigono , (**)

Y el centro de la Esphéra S M esté vertice , este centro de la Esphéra S M cae sobre lo interior del Equador : la lamina , que

rue-

(**) La traduccion Italiana omite esta casual.

(**) O distancia triangular de 120.

rueda, el sector, y el centro P, formarán su revolución, y la formarán de 15 en 15 grados de círculo horario en círculo horario, sin apartarse jamás del margen del Equador: luego el Sol en qualquiera declinacion en que se hálle, podrá dirigir sus rayos à P, y en efecto los embiará à este punto siempre que el corredor bien colocado le franquee el paso: y así, independientemente de la posición del Sol en el Meridiano P H R E, mantendrá su paralelismo en la Esphéra S M, y tocará siempre el centro, el qual halla infaliblemente en la equinoccial, à donde vá con su vertice, el sector. Y aunque despues se suprima el sector de cobre; aunque no se le haya delineado, puesto bien el corredor sobre la lámina, y segun las notas que tiene, nos dará con el Sol dos puntos enfilados con otro, que les corresponde en el pequeño Equador. Con que cada dia, y cada hora en que el Sol se mantenga sobre el horizonte, dirigirá un punto luminoso al grado del Equador, relativo al del círculo horario en que se hálle el Sol: luego el efecto del anillo astronómico está demostrado.

El Astrolabio viene naturalmente siguiendo los instrumentos precedentes, y servirá, aun mas por la multitud de sus usos, y observaciones, que se practícan con él, haciendo vér con feliz efecto, que el hombre ha sabido

aplicar la Geometría à la determinacion de las horas , de los dias , de las declinaciones, de las alturas , y medidas de toda especie de distancias , tomadas en la tierra , ò el Cielo ; pero lo que preparé para dár à V.m. à conocer este instrumento , se aumentó , de modo , que me estremece el proponerselo ; y asi, lo omito. Si la excelencia , y hermosura de la materia le inclináre à V. m. algun dia à un estudio algo mas intenso , y seguido , puede leer el tratado , que Bion dió à la luz pública. Yá há mas de 200 años , que Stofferin (***) nos dió la leccion con una perfecta limpieza del modo de construir este instrumento , y de su práctica. El estilo es prolijo , y se aleja de la sencillez , que debe tener un Artifice ; pero él es un Artifice excelente.

(***) Tiene 77 hojas en folio, impreso el año de 1535. Es obra, que tengo en mi poder ; y aunque en la impresion , y láminas dá bien à entender la incuria de aquellos tiempos , es estimable por su exactitud , y antigüedad.

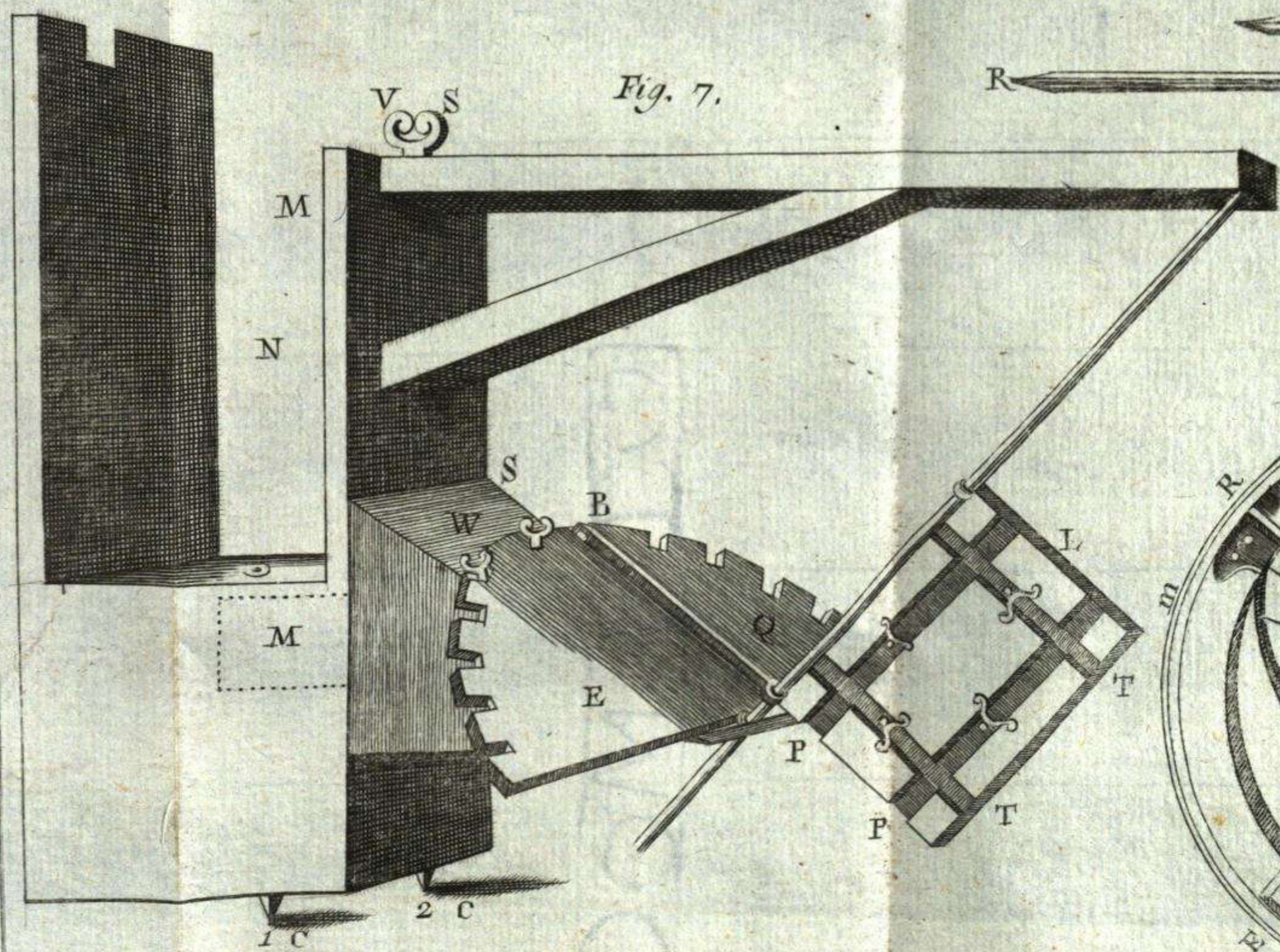


Fig. 7.

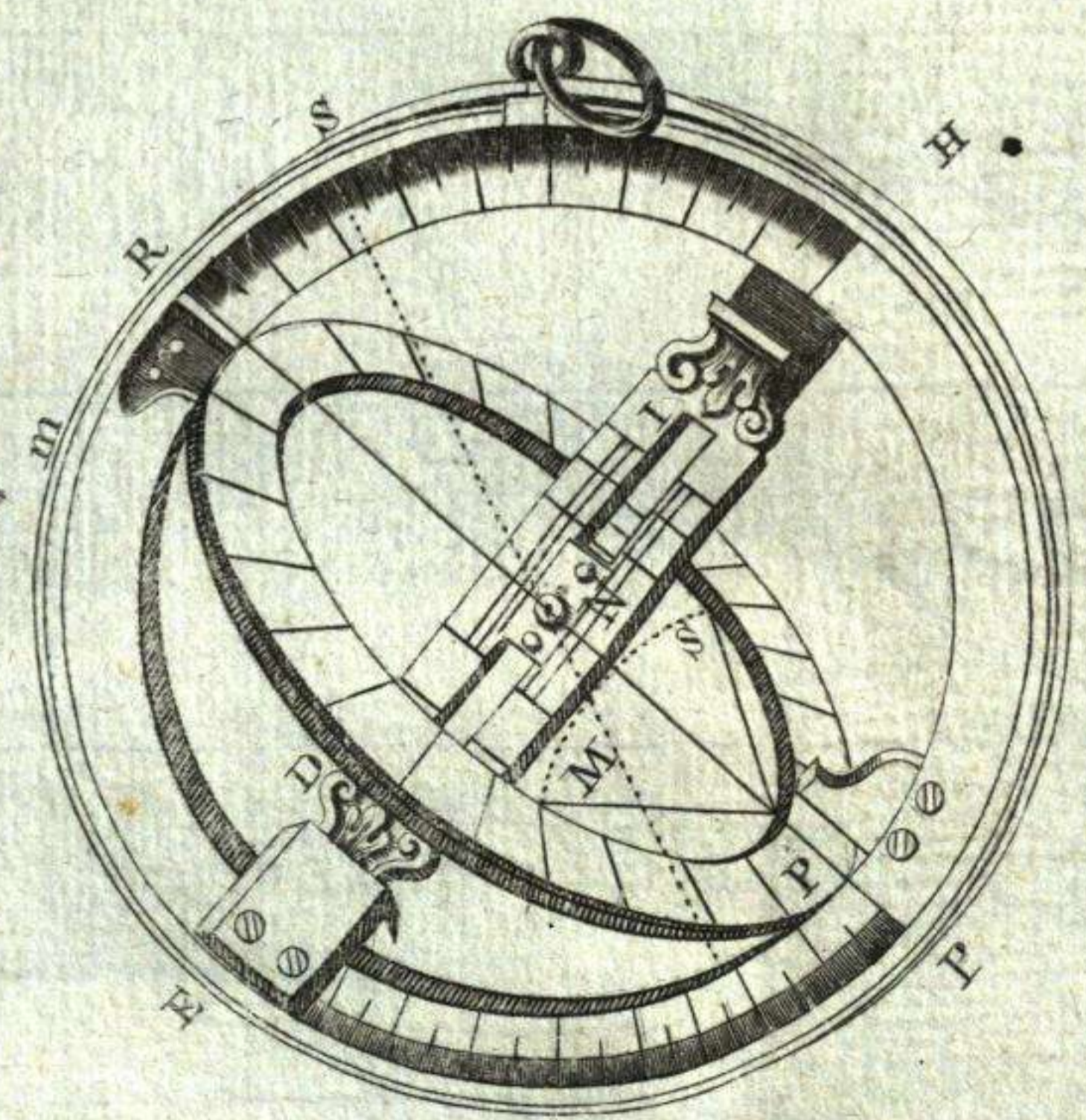
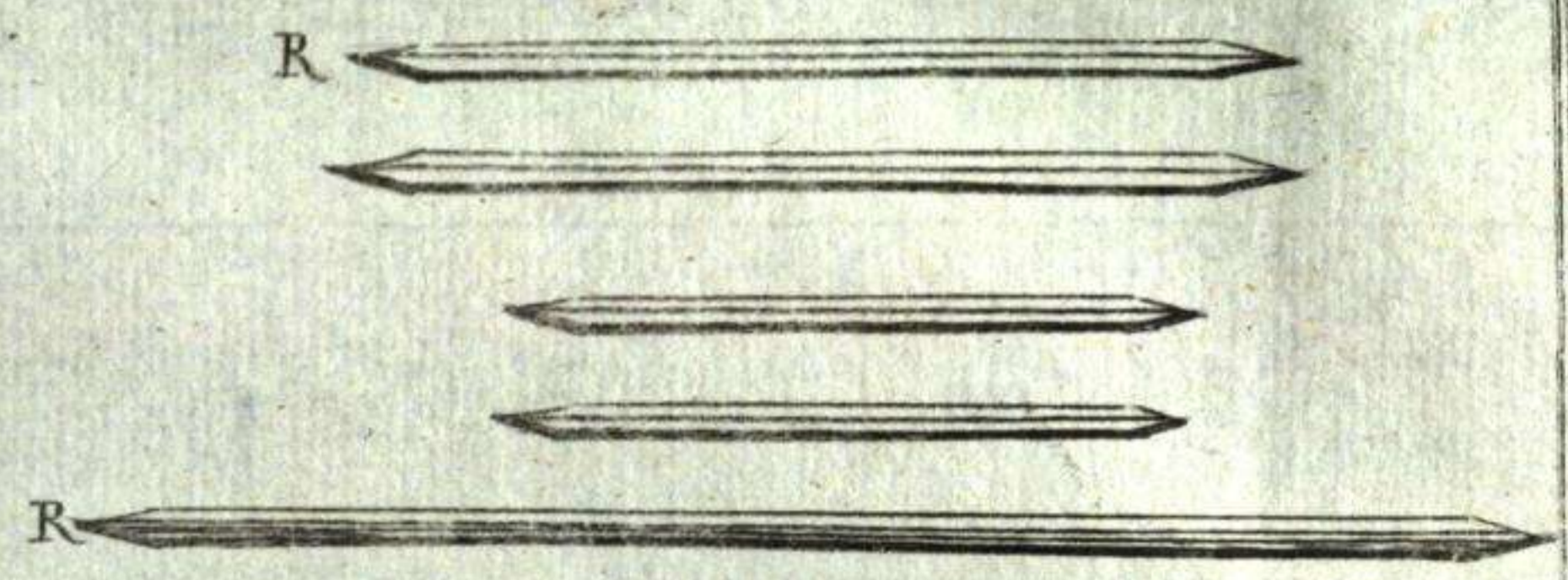


Fig. 8.

Instrumento Horario

Anillo Astronomico



LA CIENCIA PRACTICA.

LAS FUERZAS MOTRICES.

CONVERSACION SEGUNDA.

Continuémos en recorrer los demás usos, y práctica à que se puede reducir la ciencia humana, que en lugar de entretenernos con algunas especulaciones fugitivas, alejandonos de nuestra conveniencia misma, nos las hace útiles, ò nos enriquece con realidades permanentes. No vémos, en esta razon, cosa mas estimable que las máquinas, y el gobierno de las fuerzas motrices, que sujetan, y ponen eficazmente debajo de las leyes de el hombre todas las producciones de la tierra, y hacen de él una imagen verdadera de el Criador. El hombre concibe por sí mismo, y à egemplo de aquel Sér supremo, que fabricó el Universo, el plan de una obra, y la ejecuta, y saca à luz: el hombre llega à imitar en sus obras la fecundidad misma de el Omnipotente. En efecto, el orden establecido

do en la Naturaleza reproduce oy las mismas plantas , que Adám , y Noé cultivaban ; y las máquinas , que sirvieron la primera vez debajo de la direccion de Tubalcain , ò de Architas , continúan en producir sin intermision los mismos efectos. Un dia transfiere à sí , y encomienda à otro el conocimiento de las obras de Dios , y las invenciones del hombre.

Con todo eso , aun al mismo tiempo , que sublimamos al hombre con un paralelo tan honroso , como fundado en la Escritura , y sacado de la experiencia , no perdamos de vista su natural debilidad , y flaqueza. El hombre no posee sino unas fuerzas muy limitadas , no puede sostener sobre sus hombros sino una carga pequeña , transportar sino un cuerpo de mediano peso , ò impeler una masa ligera , y à corta distancia. Todos estos efectos son extremamente coartados , y en realidad muy inferiores à la extension , y multitud de sus necesidades. Pero la flaqueza misma es quien realza aqui su industria. La intencion de la Divina Sabiduría , que crió la humana Naturaleza tan pequeña , tan flaca , y tan limitada , visiblemente fué tal , para hacerla industriosa , y activa. Viendose menesterosa imagína , piensa , y discurre de todos modos , y extiende sus idéas por todas partes. Llama en su socorro una fuerza contra otra , duplica los golpes contra la resistencia,

cia , convoca à la ligereza , velocidad contra la pesadéz , y à ésta contra la velocidad , y ligereza. Con la ayuda de la Mecanica , el pequeño sér del hombre , de cinco à seis pies de alto , proveído de dos brazos , se anima à perfeccionar una obra , que un Gigante , que se imagináse armado de mil brazos , no se atrevería à emprender. Los objetos grandes de que está llena la Naturaleza , parecerían muy à proposito para reducir al hombre à la desesperacion de poder servirse de ellos en caso alguno. Qué hará sujeto al esfuerzo de los vientos mas violentos , y furiosos ? Cómo atravesará las aguas rápidas , y profundas , que le impiden el páso , y le cierran los caminos ? Con la Mecanica pone freno , y tiene à la Naturaleza de la brida. Los vientos vienen à ser vasallos , y servidores pasandole à la otra parte de los mas espaciosos Mares. Construye Navíos , que servirán à sus Nietos , y descendientes ; echa al Rhodano un Puente , (*) que sorprendida la posteridad , le atribuye à una inspiracion extraordinaria de el Espiritu Santo. Priva de la Mecanica , ò Maquinaria al hombre , y le reducirás à pensamientos estériles : la Mecanica ha sacado à luz , y fabricado las obras mas hermosas , que se hallan en todo el Orbe , y se vén sobre la ház de la tierra.

Las máquinas mas ordinarias , que re-
pa-

(*) El Puente del Espiritu Santo.

paran la pequenez de las fuerzas del hombre, son las palancas, (**a) las basculas indiferentes para brazos iguales, ò desiguales, (**b) las poléas (**c) fijas, y las móviles, los polyspastos, ò multitud de rodajas en una poléa, ò garrucha, ò yá la garrucha simple, y compuesta: los quadernales, ò motones dispuestos de varios modos, los tornos, ò eges en el perytrochio, las prensas, los cabestrantes, (**d) ruedas punteadas, (**e) ò con piñones, y linterna, gatos, (**f) y finalmente

(**a) Tambien se llaman veâes, y barras. Las hay de varios ordenes, y grados. Vease Tosca t. 3, tract. 9. En Italiano *Leva*, y en Latin *Vellis*

(**b) Aqui le conservamos à esta Máquina el nombre de *Bascula*, por contradistinguirla de la Balanza, Romana, Palanca (no obstante que se diferencia poco de esta) y de las demás máquinas simples, y fundamentales, que son seis. (Vease el Dic. Math. palabra *Balance*, no obstante que Tosca dice, que son solas cinco, t. 3, tract. 9) Esta máquina se reduce comunmente à dos piezas de madera, yá iguales, y yá desiguales, sostenidas sobre un ege. Vease Richelet Dic. L. B. En Italiano se llama *Altaleno*, y en Lat. *Tolleno*, ò *Tollenon*, ò *Tollo*. Algunos traducen en su lugar el Cigoñal, que sirve para sacar agua. Veanse Nebr. Odin. &c. Dic. Puedesele dár muy bien à esta máquina el nombre de Balanza de brazos iguales, ò desiguales, y tambien se le puede dar el de Palanca; yo le llamo *Bascula*, tomado del Francés, por distinguirla de las demás máquinas, y ser mas sencillo, y conforme. La traduccion Italiana distingue de la *Bascula* la *Balanza* de los brazos iguales, ò desiguales; pero M. Pluche las hace una V. t. 5. La Scienc. usuele, entret. quatuore.

(**c) A las *Poleas* se les dá tambien el nombre de *Garruchas*, *Carrillos*, y *Trochleas*: y los Facultativos el de *Trocolas*. Si las Rodajas de que constan son muchas, se llama tambien *Polyspastos*; y si una, *Monopastos*. En la Marina les llaman *Motones*; y si la Garrucha es un trozo de madera con dos, ò tres rodajas, le dán el nombre de *Quadernal*, y à las rodajas, que tienen tanto los Motones, como los *Quadernales*, llaman *Roldanas*, que laboréan los cabos, esto es, que corren, y trabajan en ellas los cordeles. Los Italianos llaman *Carrucola* à la Garrucha.

(**d) En la Marina les llaman *Cabestrantes*.

(**e) Otros las llaman dentadas. Hay muchas especies de ellas. Veanse Tosca, Dechal. Vvolffio, Máquin.

(**f) Máquina eficacissima por razon de las fuerzas, que con muchas ruedas se multiplican en ella.

mente, toda especie de Molinos. Las primeras máquinas de estas, y muchas otras contrahidas à un modo de obrar, que les es comun à todas, se reducen à la palanca, ò balanza, cuya idéa es tan sencilla.

LA PALANCA, Ò BASCULA. ()*

EL primero, que emprendió mover una viga, arbol, ò una piedra de desmesurado volumen, no hallando proporcion alguna entre las fuerzas de sus brazos, y la resistencia de la masa, concibió la idéa de introducir por debajo una barra grande, y meter una piedra, ò cuña debajo de esta palanca, à alguna distancia del parage por donde la introdujo. De este modo formó una bascula, dividida en dos partes, ò en dos especies de brazos, el uno mas corto desde la masa, que ideaba lebantar, hasta la cuña, epimoclio, fulcro, ò punto de apoyo, y el otro mas largo, desde este mismo punto, hasta el extremo en que se hacía la fuerza para el movimiento: parecióle, que echandose, ò dejandose caer por su proprio peso sobre el cabo mas elevado de la barra, la haría ceder, y bajarse; y que haciendo por consiguiente fuerza en el otro extremo, le-

Palanca.
Vestis.

Bascula.
Tollens.

Tom. X. K ban-

(*) Memorias, y tratado del Equilibrio de M. Trabaut, Philos. de S^o Gravesande, Dechales, &c.

bantaría el arbol algun tanto. En efecto experimentó la primera obediencia, y muy contento de un suceso, que le comunicaba luz para otros muchos, dejó bolver à caer el tronco, que habia lebantado, acercó la cuña, y alargando asi la parte de su palanca mas cercana à sí mismo; esto es, alejando la potencia del punto de apoyo, sin haber él cobrado mas fuerzas, ni añadidolas, experimentó, que se hallaba superior, y mas ventajoso, y ejercitó un poder, y fuerza, que no tenia en sí mismo. Animado de el buen éxito de las varias pruebas que hizo, halló, que quanto mas largo quedaba el brazo de la bascula entre el punto de apoyo, y el agente, tanta menos fuerza necesitaba para hacer bajar este brazo, y subir el peso. Poco à poco, ò de grado en grado dió movimiento à cargas enormes, y lo que por sí no podia menear, lo pudo obligar à que diese una buelta entera: consiguió hacerlo rodar, y mudarło de un lugar à otro: cortó columnas en el centro del Africa, y las hizo trasladar à Memphis, y subir à Roma.

No se contentó con vencer, aprendió tambien à valerse de sus ventajas, y à saber usar de la victoria. Representémos nosotros aqui sus triunfos con la ayuda de una figura; yá comparando las longitudes desiguales de su bascula con los diversos lugares en que

colocaba la cuña, ò fulcro, yá mudando palancas, sin mudar la cuña, y reemplazando algunas veces su mano, ò poniendo en lugar de ella un cuerpo pesado en el extremo de la palanca *b*; experimentó en todos los casos, de que hizo prueba, que lo que hallaba contrario en el exceso de la masa, ò potencia resistente *d*, sobre la fuerza motriz *e*, se compensaba con el exceso de la longitud del brazo anterior *b*, respecto del brazo mas corto *c*. Notó constantemente, que quando el brazo largo *b*, que empuñaba, se veía en la misma proporcion con el brazo corto *c*, que la resistencia *d*, respecto de el agente *b*, quedaba todo en equilibrio: (**) experimento feliz, y advertencia dichosa! Verdadero origen de luces, y de provechos! Efectivamente el hombre ponía toda su fuerza en acercar, ò alejar esta cuña, ò fulcro, que le iba abriendo la puerta al descubrimiento de las mas útiles máquinas.

Para obtener el efecto, que deseaba, de un modo infalible, y regular, tomó una vara bien recta, ò una barrita de hierro, y la dividió en partes iguales; pongo por exemplo, en diez pies. Viendo, como consecuencia cierta, que la bascula produciría los mismos efectos, y movimientos, yá puesta sobre algun apoyo, que estubiese en quietud, y reposo, ò yá

K 2

col-

(**) Vease el Comp. de Volf. tom. 1. Elem. Mechan. Teor. V.

colgada de algun cordel , ò gancho , puso el punto estable , ò el fulcro , y punto de suspension entre el fin de la primera division , y el principio de la segunda : de suerte , que el brazo mas corto de la bascula no tenia sino una de diez partes , y el otro tenia nueve. Para poner en equilibrio estos brazos , segun lo que había observado, suspendió en la extremidad de el brazo mas corto un peso considerable como de 18. libras, y en lugar de su mano , de la qual no podia valuar con facilidad la fuerza , puso el peso de seis libras , que es el tercio de las 18, y le colocó en diferentes puntos del otro brazo, y tanteando de uno en otro , halló , que las 6. libras quedaban en equilibrio con las 18 , poniendo las 6. en un punto 3.^o , ò 3.^a division. Y no haciendo caso de lo restante del brazo desde esta division tercera , juzgó , que siempre habría equilibrio entre el peso de 6. libras , y el peso de 18 , si el brazo mas largo hasta el fulcro , ò punto de apoyo , era tres veces mas largo que el brazo corto desde el mismo fulcro hasta donde se hallaban las 18. libras. Esto le enseñó claramente , que los pesos estaban en razon inversa de las distancias , ò que quando la distancia de el peso pequeño , al punto de suspension , excedia la distancia de el peso mayor , al punto de apoyo otro tanto , quanto el peso mayor ex-

exce-

Fig. 2.

excedía al menor , había equilibrio : porque como 18. libras de peso son el triplo de 6, así 3. pies de distancia son el triplo de 1 , y la potencia pequeña repara su corta ventaja, respecto de la mayor , en la misma proporción que su distancia al apoyo , se aventaja à la distancia de la mayor.

Para fortificar este conocimiento , quitó nuestro Observador el peso de 6. libras , y puso en el mismo brazo el peso de tres , y le halló en equilibrio con el de 18 , al llegar à la division sexta , nueva prueba de la proporción inversa ; pues como el brazo de un pie, que sostenía en sí las 18. libras , era solo la sexta parte de 6. pies , así reciprocamente las tres libras , que éste tenía , eran solamente la sexta parte de las 18 , que pendían del brazo mas corto.

Prosiguiendo en nuevas pruebas , puso diferentes pesas hasta la extremidad del brazo, y colocadas en un punto nueve veces mas distante de la suspensión , que lo estaba la pesa de 18. libras , halló , que no podía obtener el equilibrio en aquel punto sino con la pesa de dos libras ; porque como el brazo en que estaba la pesa mayor , era la novena parte de 9. pies , así el peso de dos libras era la novena parte tambien de el de 18. libras.

Con todo eso percibió muy bien el Ob-
ser-

servador , que las 9. partes de la vara de hierro , comparadas con la unica porcion de el brazo pequeño , tenian un peso intrinseco , y una cantidad de materia , que debia entrar en cuenta , y que turbaba algun tanto la igualdad de la proporcion hallada , no en el principio , sino en la aplicacion. La palanca , segun el principio en que estriba , es una linea sin espesura , ni grueso , y en la práctica es una cosa real , una masa , que tiene su peso. Y asimismo concibió , que las divisiones podian no ser perfectamente iguales ; que en la materia cabía no ser igualmente sólida de una division à otra ; que podia nacer el defecto , yá de la frotacion del instrumento en el punto de suspension , ò apoyo , y yá de las impresiones del ayre , que pueden desecar el brazo largo , sin alterar la parte mas pequeña , y mas si acaso era nudosa , y maciza ; y en fin , que podian intervenir otras causas , que pedian advertencia , cautela , y remedio. Poco à poco aprendió à prevenirlas todas , ò à corregirlas , de modo , que gozase plenamente , ò casi en un todo , de la ventajosa proporcion , que con una fuerza ligera le sometía una resistencia grande.

Esto debió ser de mucha satisfaccion para nuestro primer Arquimedes , pudiendose decir à sí mismo: Como yo soy señor de di-

vidir una palanca en dos porciones desiguales, de quienes la mayor sea à la menor lo que ciento à la unidad, soy igualmente dueño de poner en el brazo mayor de mi palanca el peso de solo una libra, y el peso de 100. libras en el brazo menor: de este modo lo dejó en equilibrio todo, y en igual producto: siendo cien libras, multiplicadas por un pie, el mismo total que 100. pies, multiplicados por una libra. Y atemperado todo de esta manera, estoy seguro de que cien libras no excederán en su peso à una, y que dos me pondrán en equilibrio doscientas; con diez contrabalancearé mil, y si al contrapeso de diez libras, puesto en el brazo mas largo, le añado solamente una onza, ò el impulso de la mano de un niño, ésta pequeña mano, à quien costaría afán el levantar una libra, elevará, y hará boltear las mil libras tan facilmente como mueve su cascabelero, ò menéa sus dijes. Pero dejémos, añade él mismo, la maravilla, y atendamos al presente à la utilidad. Si la longitud de la palanca me embaraza, la puedo acortar, y aplicar allí mayor fuerza: en lugar de peso, pondré la acción de mi mano: en vez de mi mano, que puede ser necesaria en otra parte, aplicaré la fuerza de un Buey, ò de un Caballo, y entonces pondré en movimiento, y haré caminar, no el peso de

cien

cien libras, sino el de mil, y aun el de un millon: y qué sé yo si algun dia se aplicará à esta palanca la fuerza del agua corriente, la accion del viento mismo, y aun todas las demás potencias, que se hallan en la Naturaleza? Al presente no es tanto una fuerza grande la que hemos de buscar, quanto la sábia aplicacion de una mediana.

Si una vez descubierto este principio, es tan verdadero como provechoso, y cómodo à la Naturaleza, debo en todas partes hallarle el mismo, siempre invariable, à pesar de la immensa diversidad de aplicaciones, que se pueden hacer de él: veamos si se logra esta immutabilidad, tanteando casos bien diferentes.

Fig. 3. Suspendamos una palanca, en que un brazo sea solamente doble de el otro, en razon de dos à uno, de dos pies contra un pie; siendo la razon de la fuerza à la fuerza inversa de la distancia à la distancia: aplicada mi mano à la extremidad de la parte mas larga, debo obrar en razon inversa contra el peso, que me resiste; y asi, el esfuerzo será como de uno à dos, pues la distancia es aqui à la distancia como dos à uno: luego mi mano hará un esfuerzo equivalente à dos libras, contra un peso, que es de quatro: un esfuerzo igual à 20, contra un peso de 40; y aplicada mi mano al contrario, à la parte
mas

mas corta de la palanca , obrará con menosca-
bo , y empleará la fuerza equivalente à 40 li-
bras , contra solo 20 de peso.

Mudémos : dense diez piés al brazo mas
largo , y dos al corto : dos son la quinta parte
de 10 : con que para poner el peso en propor-
cion inversa , pondrémos , por egemplo, tres li-
bras en el brazo mayor , y 15 en el menor,
pues tres tambien son la quinta parte de 15,
como dos la quinta parte de diez : vé aqui el
equilibrio : y lo mismo sucederá con 10 li-
bras en la distancia mayor , y con 30 en
la menor. Pero concedemos aqui alguna co-
sa , que sea contra nuestra proporcion hallada:
imaginémos , que el peso de 15 se debe ha-
llar mayor que el de tres , aun con la dis-
tancia dicha al punto de suspension ; supon-
gamoslo ; que si no fuere asi , bolverémos
sobre nosotros , y sobre la justa idéa forma-
da , y acaso , verificando de nuevo la regla,
hallarémos la razon de ella. Los dos brazos
de la bascula , jugando sobre su ege , ò pun-
to de suspension , describen una porcion de
circulo : el mas corto describe el pequeño ar-
co a ; y el mas largo el arco b , cinco ve-
ces mayor que a : porque si el peso de 15
libras baja un pie , y el peso de tres libras,
estando cinco veces mas lejos del fulcro , ò
apoyo , hará cinco veces mas camino , y su-
birá cinco pies : siendo cierto , que el peso de

Fig. 4.

tres libras hace esfuerzo de tal , en todos los puntos del arco que corre , pues en todas partes egercita la misma accion , de suerte, que el peso de 15 libras experimenta la misma resistencia , que si en cada punto del arco mayor hubiera tres libras de peso. Y de el mismo modo el peso de 15 libras hace en todos los puntos del arco , que describe , esfuerzo de 15 libras ; pero el arco , formado por el peso menor , es cinco veces mayor, que el que forma el peso de 15 libras en el mismo tiempo ; de modo , que no podrá jamás correr este peso uno , ò dos puntos , sin que las 3 libras corran cinco por uno , y diez por dos : luego están en equilibrio : porque una accion de 15 libras , reiterada 100 veces , ò aplicada à cien puntos , es lo mismo , que una accion de tres libras reiterada quinientas veces en el mismo tiempo , ò aplicada à quinientos puntos. Asi tambien mientras las 15 libras atraviesan dos puntos solamente , y hacen un esfuerzo de dos veces 15 , cuya suma es 30 , las tres libras corren diez puntos , y hacen un esfuerzo de tres veces diez , que suman lo mismo : con que la resistencia , que el peso mayor experimenta, describiendo cada punto de su arco , es la misma , que si hiciese subir à un mismo tiempo cinco masas de tres libras cada una ; esto es, un cuerpo de 15 libras de peso. Pero como el

el peso mayor, atravesando un punto, no puede forzar al menor à que corra mas de cinco, tampoco éste puede obligar al otro, à que ande en aquel tiempo mas de uno: de este modo prosiguen sin poder el uno prevalecer contra el otro, y la suposicion, que habiamos hecho, de que el peso grande vencería al menor, yá la hallamos falsa. Estas dos potencias han venido à ser iguales; en nuestra mano queda hacer inclinar à la que nos parezca con un ligero impulso. Cosa facil le es al hombre poner tres mil libras à un lado, y 15000 al otro, y hará subir, ò bajar las quince mil, segun aplique, ò sepáre solo un dedo de su mano; y si de la suma de fuerzas que adquiere, ò en que domína, quitamos el gasto, que ha hecho en las que pone, hallamos despues de la rebaja, que gana quatro por uno, ò doce mil por tres mil. Si adquirir nueva utilidad, y provecho puede ejecutarlo sin añadir gasto, ò aumentar la potencia 3, bastele alejar mas el punto de apoyo. Si le aleja de modo, que el brazo corto sea el mas largo, como 2 à 20, ò la decima parte de 20, el peso pequeño, que se pone en equilibrio con el grande, será solo su decima parte, 3 libras equivaldrán à 30, y 3000 à 30000.

Con este gran principio de mecanica empezamos à vér la razon que hay para él. Si

La direccion de las potencias.

la razon , à que atribuimos el efecto regular de la mecánica , es verdadera , à medida que esta causa se debilita , se debilitará tambien el efecto. Esto sucederá quando la direccion de las potencias movientes no fueren las mismas entre sí , y respecto del fulcro. En la aplicacion de estas fuerzas motrices nos es cosa indiferente , que la potencia suba , ò báje , que el cuerpo , ò peso gravíte , siguiendo su inclinacion natural , ò encaminado al contrario de ella. No se trata sino de un punto , y es , que la accion sea siempre la misma , y las potencias comparadas obren uniformemente: pero esta uniformidad de fuerzas debe cesar quando las direcciones de ellas se truequen, porque la palanca , à la qual se hallan inmediatamente aplicadas , en quien se suspenden , y cuelgan por medio de algunos cordales , ò es recta como $g b$, (Fig. 5) ò se mira interrumpida como $f b$: si es recta , las direcciones deben ser paralelas como $g i$, $h b$, y si la palanca está interrumpida , hace un recodo , ò se pliega , y dobla ; las direcciones deben ser perpendiculares à su parte de palanca , como $f c$ es perpendicular à $f l$, y $b h l o$ es à la $l b$: quando las direcciones son paralelas como $b h$, y $g i$, entonces los brazos $g b$, son las medidas de las distancias al punto de apoyo , y respecto de las potencias. Pero si las direcciones son obliquas , ò in-

inclinadas una sobre otra, como cg , ò dg , respecto de bh , estas direcciones destruyen la proporcion de las distancias, y de las potencias. La accion que vá desde g hasta d , tira parte ácia i , y parte ácia b : luego esta accion está dividida, y yá no es la que era, reuniendose toda entera en la direccion gi . Del mismo modo la potencia gc tira la palanca g , parte ácia i , y parte ácia a : y quanto mas se acerque ácia a , mas pierde de su fuerza ácia i : con que es preciso tirar las perpendiculares bh , gi , para tener la compensacion de las fuerzas por las distancias. Luego es necesario, que las direcciones sean perpendiculares sobre la palanca recta, si se quiere que los brazos de la palanca sirvan para medir las potencias.

Si la palanca en lugar de estar recta como gb , se halla encorbada, ò interrumpida en l , como fb , en este caso la potencia aplicada en f , obrará, ò segun la direccion fe , ò segun la direccion cf , ò tirando ácia k . Poca, ò ninguna ventaja se podrá lograr en la direccion fe , que es obliqua, respecto de la palanca f , como lo es gd , respecto de la palanca gb . Del mismo modo, que se arruina el equilibrio de dos acciones, si la bolveremos la una ácia e , se destruye tambien si tiramos ácia k . Para bolver à hallar la proporcion del equilibrio, es menester tirar la
per-

perpendicular cf à la palanca encorbada f , y entonces la pequeña potencia c es à la grande h , como el brazo pequeño $2b$, en que obra la potencia mayor, al brazo $3f$, en que obra la menor.

De estas observaciones han provenido dos, ò tres reglas de grande uso, y utilissima practica.

1.^a Si dos cuerpos, ò pesos, ò dos potencias se hallan en razon reciproca de las distancias que hay desde el punto de apoyo à las direcciones perpendiculares, habrá equilibrio.

2.^a Si dos pesos, ò dos potencias, de las quales la una sigue su direccion, y la otra vá contra la suya, y de un modo, y en un sentido, ò segun el camino opuesto, atravesando espacios, que sean entre sí reciprocamente, como las potencias son entre sí tambien, de suerte, que los espacios mayores se corran, y atraviesen por la potencia menor, y el espacio pequeño por la mayor, se halla equilibrio, porque la accion de una de las potencias es igual à la resistencia de la otra.

3.^a Si las distancias al fulcro son iguales, y los espacios corridos lo son tambien, no se puede hallar equilibrio sin la igualdad de potencias; y como se puede hallar el equilibrio igualando las potencias, se puede encontrar

tam-

tambien la igualdad de las potencias, buscando el equilibrio.

El instrumento, que sirve para este ultimo modo de obrar, es el peso comun, porque es de brazos iguales. El instrumento de brazos desiguales, que causa los otros efectos, es el peso, à que llamamos *Romana*.

La experiencia, y el discurso han conducido estos instrumentos à su perfeccion, quitando muchos defectos, que arruinaban, è invertian las reglas, que acabamos de dár.

Las partes constitutivas del peso (**) son la asa, el hastíl, ò vara, que atraviesa de un lado à otro, el fiel, ò lengueta, y las balanzas, vasos, ò tazas. 1.º Es preciso, que los brazos, que componen el hastíl, sean perfectamente iguales en pesadéz, y en longitud: la razon es, porque la mercadería, que se echa en una de las balanzas, debe pesar otro tanto, quanto la pesa, que se echa en otra, lo qual no sucedería, si fuesen desiguales los brazos: pues si uno de ellos contiene cinco partes, por egemplo, cinco pulgadas, y el otro solo quatro, podrían representarse en equilibrio, si el brazo mas corto fuese mas grueso, ò mas sólido, que el mas largo, y la mercadería puesta en éste, corriendo mayor espacio, que la pesa en el brazo mas corto,

opon-

(**) Muchos le llaman balanza, tomando el nombre de los vasos, ò tazas, que tiene, y en que se ponen las pesas, y mercancías.

Fig. 6.

Fig. 10.

El peso.

Bilanz.

Fig. 6. y Fig. VI.

Fig. 7.

opondría allí suficiente acción, y esfuerzo para que apareciesen en equilibrio, no pesando con todo eso sino quatro quintas partes de la masa opuesta, y colocada en la otra balanza: y en cinco libras faltaría una, ò una onza en cinco para que la mercancía fuese de peso. Porque como la distancia de la pesa al fulcro, ò punto de suspension no tendría sino las quatro quintas partes de la longitud del otro brazo, reciprocamente la mercadería, que se suspende en el mas corto, no tendría sino quatro quintos de la pesa.

Fig. 8.

2.º No solamente deben ser los brazos del peso de una misma longitud, sino que el hastil no debe estar encorbado; pues de otro modo queda todavia infiel el instrumento: para concebir este defecto, concibamos, que la pesa, y la mercancía, ò genero están en equilibrio, quando el hastil está à nivel, y en una situacion perfectamente horizontal: suponemos los brazos iguales, y los puntos de suspension de las dos razas, ò balanzas parciales à igual distancia del ege, y punto de apoyo; pero con todo eso, si el peso está encorbado, si los brazos del hastil se inclinan ácia abajo: y suponiendo que sea la pesa, puesta en el un vaso, ò balanza, la que se quiere hacer subir, como se acostumbra en el comercio; la pesa, que de la direccion a, en que estaba al principio, sube à b, se halla allí

alli en una direccion mas lejana del fulcro: y el genero, al contrario, pasará, bajando, à una direccion mas cercana à el punto de apoyo, ò fulcro. De éste modo, en lugar de una simple, y ligera añadidura, que se echa al genero, ò mercancía para certificar al comprador de que se le dá, no solamente lo justo, pero tambien algo mas, será necesario cargar considerablemente el genero para ponerle en equilibrio con la pesa, de modo, que la haga subir, pues las direcciones se truecan, y hacen de una parte mas fuerte à la pesa, y de otra menos eficaz à la mercancía: y asi, será necesario, para dar aquel barato, ò hacer aquella gracia, mucho mas, quando los brazos del peso están encorbados ácia abajo, que quando están rectos, y horizontal todo el hastíl. Semejante especie de pesos es perjudicial al que vende. Si los brazos, que componen el hastíl estuvieran encorbados ácia el Cielo, ò ácia arriba, el defecto sería contrario, pues bajando la mercancía para hacer subir la pesa, adquiriria una direccion mas ventajosa, y mas separada del fulcro, en vez de que las pesas perderían, teniendo su direccion mas cerca del punto de suspension: lo qual haría injusticia al comprador.

Tampoco queda el peso esento del mismo defecto, si siendo recto el hastíl, que atra-

Fig. 2. viesá de un lado à otro , no obstante que sea recto , tiene los puntos de suspension debajo de la linea horizontal , que pasaría por el centro del ege , ò punto de apoyo en que se mueve el peso : la razon es , porque el medio del hastíl describiría en este caso un pequeño circulo al rededor del ege , de modo , que un radio de este circulito ganaría , subiendo , una direccion mas lejana del punto de apoyo , y el otro radio , bajando , se hallaría en una direccion mas próxima : con que les sucederia lo mismo à las dos balanzas , ò tazas. Para evitar , pues , este defecto , es necesario , que la linea horizontal , que atraviesa el hastíl , corte el ege , y punto de apoyo , juntamente con los agujeros en que están colgadas las balanzas , ò vasos en que se ponen los generos , y las pesas. De esta suerte rueda todo de una parte , y de otra con direcciones siempre paralelas. Todo esto es efecto de la misma Naturaleza : ella es quien lo arregla ; si la pesa , y la mercadería , estando en equilibrio , destruyen toda la diversidad de direcciones , que las altéran , buscando unicamente aquella con que se mantienen à nivél , la Naturaleza lo causa , y parece que determina todas las cosas , que tienen un mismo peso , quando juegan , y boltéan libremente en los fluídos , que las cercan , à que se mantengan à igual distancia del centro de la tierra.

3.º Para saber con certidumbre cuándo está el hastil horizontal, y à nivel, se coloca en él un fiel, ò lengüeta perpendicular à la longitud del hastil, y quando los brazos están exactamente paralelos al horizonte, el fiel se esconde perfectamente en la caja, de donde no puede salir, ni à una parte, ni à otra, sin descubrir la caída del un brazo, y la superioridad del peso, que gravita en él. Pero para que esta señal sea segura, es necesario, que la mano, que pesa la mercancía, tenga la caja, que encierra el fiel, por la extremidad del asa, y aun será mas proporcionado, que todo el peso cuelgue de una sortija, dejandola jugar libremente, sin empuñar, ni llegar à la caja con peligro de inclinarla à un lado, ù à otro: pues en este caso la lengüeta se huiría de la caja, sin indicar claramente si el hastil está, ò no perfectamente horizontal.

Fig. VI.

Por cómodo que fuese el peso, à causa de la simplicidad de su servicio, se conoció bien presto, que la práctica era embarazosa en el comercio à proporcion de la cantidad de generos, que había que pesar, pues era necesario, que segun se variáse la cantidad, se variasen tambien las pesas. Y quando el peso de los generos era mucho, se necesitaba cargar de pesas enormes la balanza, ò vaso contrario: y muchas veces era preci-

La Romana
Statera.

so trocar estas pesas cada instante con una mutacion sensible , y fatigosa. Imaginóse , pues, otra especie de máquina para pesar , en la qual una pesa sola siempre puesta , y facil de mover , pudiese dejar en equilibrio diversas mercaderías : la ingeniosa distribucion , que se hizo del uno de los brazos de este instrumento, es esta:

Fig. 10. 1.º Dividióse una palanca en dos brazos desiguales , y en esta desigualdad de longitud todavia quedó el dominio , ò de adelgazar el brazo mas largo , y engruesar el corto para mantenerlos en equilibrio , ò de permitir al mas largo mayor peso. Esto era indiferente , con tal , que al hacer la division del brazo mas largo , se tubiese cuidado con el exceso , que podría desbaratar el equilibrio , y que se diese al todo la justa compensacion, que se debía.

En el primer caso en que el grueso de el brazo mas corto quedaba en equilibrio con el mas largo , adelgazado suficientemente , no había cosa mas facil , que la division de este ultimo. Tomóse la longitud del brazo corto , desde su extremidad (en la qual se puso un gancho b) hasta el punto de suspension , ò centro de movimiento a , y se llevó esta longitud al otro brazo , notandola en él todas quantas veces cupo. Despues, colgando una pequeña masa , como c , del peso

de

de una libra , dexandola movable con la ayuda de un corredor , ò anillo d , de modo, que se pudiese hacer pasar à lo largo de el brazo por todas las divisiones 1, 2, 3, 4, ò mas, si las cupiese. Este pilon , ò masa movable, puesta en la division primera , se halló perfectamente en equilibrio , siendo de una libra con otra libra de mercadería , colgada en el gancho b : los dos brazos por sí mismos se equilibraban , y las dos libras tenían un mismo peso à igual distancia del fulcro, ò centro de movimiento con que se hallaba igualdad en todo : y llebada la pesca c à la division 2 , se hallaba una vez mas distante de el punto de apoyo , que la libra puesta en b : asi doblaba el impulso , como doblaba la distancia , con que era menester poner dos libras en el garfio b , para que la mercadería se equilibráse con la libra puesta en 2. Se vendian tres libras de generos? entonces la pesa se ponía en 3 , y dejaba à nivel todo el hastíl : del mismo modo en 4, y la masa de una sola libra , suspensa en la division 20 , igualaba à 20 libras de peso, por egercitar allí un esfuerzo equivalente à todas las 20 libras. Esta no es sino una aplicacion nueva de la compensacion reciproca de la pequeñez de una de las potencias con la longitud de la palanca , y de la pequeñez de la otra palanca con la magnitud de su potencia.

tencia. En todas estas diversas posiciones conservaban los brazos su equilibrio intrínseco: con que en ninguna parte turbaban el nivel, que debían tener. Pero en el corto caso, en que no querían aligarse à formar el brazo largo en igualdad con el pequeño, se necesitaba distinto método, y es como se sigue.

Fig. 11. 2.º Excediendo, por egemplo, el brazo largo en el peso de media libra al brazo pequeño, de suerte, que media libra puesta en el garfio *b b*, diese la prueba de este solo exceso con el restablecimiento de el equilibrio: entonces, para obtener la justa division de el brazo largo, se juzgó à proposito dividir el pequeño en dos partes iguales, y llevar una de estas dos mitades del brazo corto al largo, desde el punto de suspension *a a*, hasta el punto *1*: despues tomar consecutivamente la medida total de el brazo corto, y repetirla todas las veces, que cupiese, sobre el largo, empezando desde el punto *1*. Hecho esto, si la masa, ò pilon *c c* pesaba una libra, se veía por experiencia, como yá se había previsto, que suspensa en el punto *1*, mitad de la largura de el brazo corto, quedaba à nivel con una libra de mercadería, colgada en el gancho *bb*. Porque lo 1.º la mitad de esta libra es la compensacion de el exceso del brazo largo para quedar en equilibrio con el

corto. 2.^o La otra media libra es à la libra, puesta en 1, como la distancia 1, mitad del brazo corto, à la total de este brazo. Mediante esta precaucion, que repára la desigualdad de la pesadéz de los brazos, llegando à la division 2, debe ser la masa pequeña de una libra equivalente à la mercadería del peso de dos libras, en 3 al genero, que pese 3 libras, y en 30 al que pese 30.

Esta division, que sorprende à primera vista, está fundada sobre la misma regla que la precedente, que es tan simple. Supongamos, por un instante, que los dos brazos de la balanza estén en equilibrio: es cosa clara, que la masa de una libra, puesta sobre el punto 1, mitad de la longitud del brazo corto, constituirá equilibrio con media libra, colgada en el garfio b b, pues las distancias de estos dos pesos al punto de suspension, son reciprocamente como los pesos, y aquí tenemos el peso duplo con la mitad de distancia, contra la mitad de peso, y dupla distancia, sin causa alguna, que turbe esta igualdad de parte de los brazos, que no se exceden en pesadéz; pero si los brazos son desiguales, de suerte, que el largo pese al doble que el corto, se necesita aún poner en el gancho media libra para igualar los esfuerzos de los dos brazos: con que puesta la masa de una libra en 1, y manteniendose el pe-

so en equilibrio, habrá una libra de mercadería en el gancho; porque el equilibrio proviene de que aunque el brazo largo es doble del corto, la libra del corto está una vez mas lejos del punto de apoyo que la libra del largo.

Si la libra movable se pone en la division 2, doble de la division 1, siendo entonces la distancia de el gancho al punto de suspension dos tercios de la que hay desde el pilón, ò masa volante cc al mismo punto, tres medias libras en el gancho, deberán, segun parece, dejar en equilibrio las dos medias libras cc en la division 2: pero acordemonos, que el exceso intrinseco del brazo largo, respecto del corto, es de media libra: luego como todo lo restante se haya puesto en igualdad, es necesario poner aún media libra en el gancho para compensar el largor del brazo: y de esta forma quedará el peso en equilibrio, quando la masa movable está en la division 2, y hay dos libras de generos en el gancho.

Tan simple, y claro fué el racionio, que hizo prevér, del mismo modo, que llegando la masa movable à las divisiones 3, 4, 5, 30, y 40, estaría necessariamente en equilibrio con 3, 4, 5, 30, y 40 libras de mercancías puestas en el gancho.

Luego si no fuese menester sino un solo

quarteron para tener en equilibrio el brazo largo con el corto; despues de dividido éste en quatro partes iguales, bastaría transportar las tres al brazo largo desde el centro de suspension, y tomadas estas tres partes, señalar *r*, y despues acabar la division, repitiendo desde *r*, toda la longitud de el brazo corto otras tantas veces, quantas pueda entrar en el largo hasta su extremidad. El pilón movable *cc*, puesto en *r*, que expresa las tres quartas partes de la longitud del brazo corto, parece deber formar equilibrio con los tres quarterones puestos en el gancho; pero porque aún se necesitaba un quarteron para tener el brazo largo en equilibrio con el corto, se seguía, que la masa de una libra en el punto *r* pidiese una libra de mercancía en el garfio, dos libras llegando à la division 2, y 20 llegando en lo largo del brazo à la division 20.

Quando para sostener el brazo mayor no fuera necesario poner en el garfio sino algunas onzas, entonces se dividía el brazo pequeño, ò la distancia de el garfio al centro de suspension en 16 partes iguales; de este numero se quitaban otras tantas partes, quantas onzas eran necesarias en el gancho para mantener el brazo largo en equilibrio, y se llebaba el resto al brazo mayor desde el punto de suspension. Si eran necesarias tres

onzas para poner los dos brazos en equilibrio, se llevaban trece partes del brazo corto, que es el exceso, ó resto de las 3 à las 16 onzas; y siendo el pilón, ó masa movable de 16 onzas, no podia dejar de hacer equilibrio en el punto 1, por quanto con 13 onzas, puestas en el gancho, se añadian 3 para contrabalancear la pesadéz de el brazo largo. Con que debía haber una libra de mercadería en el gancho, estando la pesa en 1: y haciendose las divisiones restantes desde 1 con toda la longitud del brazo corto, habría dos libras en el gancho para que la pesa hallase equilibrio en la division 2, 3 libras para tenerle en la division 3, 4 en 4, y asi en las divisiones restantes.

Fig. 12.

3.^o Otro tercer caso se ofrecía, que necesitaba distinta division; esto es, quando el brazo corto se halláse mas pesado que el otro; pero el mismo principio ha dado aqui tambien el modo de dividirlo. Es, pues, poner desde luego el pilón, ó masa movable, que supongo siempre de una libra, en el punto c, en que pueda tener los brazos en equilibrio, y despues de llebar toda la medida de el brazo corto sobre el otro las veces que quepa, comenzando la numeracion, no desde el centro de movimiento, ó fulcro, sino desde el punto de el equilibrio c. Y asi, deteni-
do

do el pilón sucesivamente en 1, 2, 3, 4, 5, &c. debe necesariamente haber equilibrio con una libra, puesta en el gancho, con 2, con 3, 4, 5, &c. guardada la proporción del modo dicho.

La división del brazo mayor en la hypothesis presente camina sobre el mismo principio. Supongamos, que la distancia del punto de suspensión al punto c es la quarta parte de la longitud del brazo menor: imaginémos también, que el exceso de la pesadéz de este brazo, respecto del peso del brazo mas largo, es un peso verdadero, y real, suspenso en el gancho: es claro, que este peso sería de un quarteron, pues es la quarta parte de la libra c, como la distancia de la libra c al punto de suspensión, es la quarta parte de la distancia del gancho, al mismo punto, ò centro de movimiento.

Supongase el exceso de el brazo corto, respecto de el largo, como un peso sobreañadido à dos brazos, iguales por sí en pesadéz, y pongamos este exceso en otros puntos, sin quitar la pesa de c. Pongamos aora con el pensamiento un exceso, ò añadidura en las tres quartas partes del brazo menor ácia el punto de suspensión; se pregunta, cuál debe ser esta añadidura, ò exceso? Digo, que debe ser de una libra: porque el peso es reciprocamente al peso, como la distancia à la

distancia ; (**) pero la masa en c está distante del punto de suspension una quarta parte del brazo corto , como el peso , buscado en razon de exceso , está aqui en las tres quartas partes del brazo pequeño , por no distar sino una quarta parte del punto de suspension: con que hay igualdad de distancia , è igualdad de peso ; esto es , una libra de una parte, y otra de otra.

Si se imagina el exceso del brazo corto, respecto del mas largo , como un peso suspendido en medio del brazo corto , cuál deberá ser este peso? Será media libra , mitad de la masa c , como la distancia c es la mitad de la distancia , que hay desde el medio de el brazo corto al punto de suspension: Si imaginámos de nuevo el exceso , puesto en la primera division , ò parte del brazo corto , en este caso será de un quarteron , y de un tercio de quarteron , que juntos son el tercio de una libra. Es claro , pues siendo la distancia de este peso al punto de suspension tripla de c , no debe ser sino el 3.º de la libra , que está en c . En fin , si imaginámos , que los dos brazos son iguales , dejámos la libra en c , y querémos el equilibrio con la aplicacion de algun peso al garfio: cuál será el peso? Este

(**) Vease Christ. Vvolfo Comp. Math. t. I. Elem. Mechan. Theor. V. y Probl. III, y VII.

peso será à la libra , como la distancia *c* es al brazo corto , todo entero. La distancia es la quarta parte del brazo pequeño , con que el peso , añadido al gancho para obtener el equilibrio , será un quarteron.

Asi en qualquier punto del brazo corto, que se quiera imaginar la posicion , ò lugar de su exceso , respecto del brazo largo , será siempre evidente , que quando el pilón , ò masa movible llega à hacer equilibrio en un punto , que se llamará *c* , se halló el verdadero contrapeso del exceso del brazo corto, respecto del brazo largo , y que despues de esto , solo es necesario transportar la largura, ò longitud del brazo pequeño sobre la longitud de el brazo grande otras tantas veces, quantas quepa en éste ; y asi habrá quatro quarterones de mercadería en el gancho, estando el pilón , ò la pesa bolante de una libra en *1* , primera division despues de *c*, pues el peso es entonces al peso , como la distancia à la distancia. La distancia de la division *1* à la suspension , comparada con la distancia del gancho al mismo punto de suspension , es como de 5 à 4 : pues del mismo modo una libra en el gancho con el quarteron de exceso , que colgámos en el gancho mismo , es , respecto de la libra , en *1* , como 5 à 4 : con que habrá una libra de mercadería en el gancho , quando el pilón llegáre
des-

despues de c à la division 1. Esta precaucion tomada , lo demás todo es corriente : quando la pesa movible llegáre à 2 , habrá dos libras de mercadería en el garfio de la Romana ; y quando la pesa estubiere en 3 , en 4 , en 5 , &c. habrá en el gancho mismo 3 , 4 , 5 , ò 6 libras en generos.

Si el exceso en peso del brazo mas corto , imaginado , no como unido à voluntad à tal , ò tal punto de el mismo brazo , sino unicamente como suspenso en el gancho, fuese de media libra , el punto c , en donde el pilón haría equilibrio con este exceso, estaría visiblemente distante del punto de apoyo el espacio de una longitud igual à la mitad de la longitud del brazo menor ; y despues proseguiría la numeracion su camino, repitiendo el total del brazo corto. Si por el contrario este exceso no fuese sino de una onza , de dos onzas , ò de tres , el punto c estaría distante de la suspension solamente la decima sexta parte de la largura del brazo menor , ò bien estaría dos , ò tres decimas sextas partes de esta misma longitud.

Ninguna division de estas trahe consigo cuidado alguno sino para el Artifice fiel de el instrumento ; de modo , que quando éste se halla yá aprobado , y puesto en el comercio , de qualquier punto , que empiece la numeracion 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , &c. sigue el compra-

prador las señales sin trabajo, y comunmente sin temor alguno.

No se puede negar con todo eso, que aunque este instrumento es mas cómodo en muchas cosas, y ocasiones, es tambien por otra parte mas difícil de ajustar, y aun mas apto para fraudes que el peso de brazos iguales. La multitud de divisiones, que es necesaria en toda la longitud del brazo en que está el pilón, y la proximidad grande de las señales con que se notan, pueden dár lugar à no pocas faltas, y turbar la justificacion, è igualdad de la mecanica. Los puntos, que sirven para notar las divisiones, tienen fondo, y anchura determinada, de modo, que se hagan sensibles. El vendedor, por fraude, ò por descuido, puede detener el pilón, ò anillo de la pesa movable, no en el justo medio de los puntos, sino mas al un lado, que al otro, y la falta, reiterada muchas veces, puede causar mucho perjuicio, sea en aquello, que se compra, ò en aquello, que se vende. El brazo largo de la Romana tiene dos divisiones en las dos esquinas, ò lados opuestos, segun el grueso del brazo: y estos dos lados opuestos corresponden à las distancias del gancho al punto de suspension. Uno de estos lados se llama el *endeble*, y el otro el *fuerte*; (**) el endeble sirve para las

(**) En España solo dicen pesar por menor, y pesar por mayor: esto con las señales mas gruesas, y juntas; y aquello con las mas endebles, y separadas.

cosas de menos peso , y corresponde à la mas larga distancia del gancho al punto de suspension : con que las divisiones están mas lejanas entre sí. El fuerte sirve para los generos , y comercio de mas peso ; y como la distancia del gancho à la suspension es en esta parte mas pequeña , las señales de division están mas juntas.

Los dos primeros usos de la bascula , ò peso , tanto de iguales , como de desiguales brazos , y de la palanca , son , como hemos visto , levantar , y contrabalancear. Pero no obstante la suma simplicidad de este instrumento , se han valido de él los hombres , aplicandole à multitud de usos , servicios , y efectos , que basta apuntar solamente.

Las tenazas , y las pinzas.

Dos palancas unidas entre sí , ò juntas en forma de cruz , con un clavo , ò ege comun , que las atraviesa (al rededor de el qual forma cada una à parte la bascula) componen las tenazas , y pinzas de toda especie. Cada una de estas palancas está como interrumpida , ò dividida en dos , en aquella parte en que el clavo une los dos brazos , de los quales no puede subir el uno , sin bajar el otro. Quando los dos brazos se abren , ò se separan del lado de acá del clavo , que los junta , y es el punto de apoyo comun , los otros dos brazos , aunque siguen el camino opuesto , se

se apartan igualmente , y se buelven à unir uno sobre otro , quando se juntan los dos restantes. Llamémos brazos anteriores à los que manejamos , ò empuñamos nosotros , y que llegan hasta el punto de apoyo , y brazos posteriores à los que están del lado de allá del punto de apoyo , ò clavo de union. Quanto mas largos son los brazos anteriores , con tanta mas fuerza obran los posteriores ; si los anteriores son , por egemplo , seis veces mas largos , que los posteriores , solo es necesario aplicar à la extremidad de los primeros una fuerza de diez libras , para que pueda dár un muchacho à la extremidad de los brazos posteriores la accion , y fuerza de 60. libras. De esta suerte gobernará sin trabajo una madera , ò viga , que de otro modo tendría dificultad en moverla solamente. Si un hombre , cuyos musculos pueden poner una accion equivalente à quarenta y cinco , ò cinquenta libras , podrá dirigir , y manejar à su gusto una pesada , y vasta pieza de metal , asiendola con las tenazas , cuyos brazos anteriores son seis veces mas largos que los posteriores , y ejerce sobre esta masa una fuerza , que es como seis veces cinquenta , ò equivalente à un peso de 300. libras.

Este nuevo instrumento , tan apto para apoderarse , y asir las masas de metal , y pa-

ra hacernos superiores à su resistencia , se diversifica sin termino. Adquiere otros nombres, y otros méritos , segun la variedad de formas , que les saben dár à los brazos posteriores. Una de las mas útiles ha sido haberlas hecho de modo , que corten , formando tijeras de todas especies, y figuras, (**) cuya fuerza se aumenta à proporcion de la longitud de los brazos anteriores , y pueden ser tales , que se las emplee en cortar cobre , plomo , hoja de lata, y aun materiales mas duros. La fuerza de los brazos posteriores se vá tambien aumentando à medida, que aquella materia, en que trabajan, está mas cerca del clavo , ò punto de apoyo ; porque esto es lo mismo que acortar aquellos brazos ; y yá hemos visto, que la fuerza de los brazos posteriores se aumenta à proporcion, que se disminuyen , ò acortan: porque la fuerza moviente, que obra en los anteriores, es otro tanto mayor , quanto exceden en longitud à los otros.

Palanca , ò roca firme, è inmoble por un lado.

Un modo hay muy ventajoso de servirse de la palanca, que parece del todo diverso de los precedentes , y en donde se pueden notar siempre los mismos aumentos de fuerzas. Este es modo afirmar el un lado de la palanca, ò rosca de manera, que la atadura, ò estacas, que la afirman, la impidan, que se des-

(**) Tijeras , y Tajas de hierro, Odin. Dic. L. C.

deslice à una, y otra orilla ; pero no el subir ácia arriba, ni bajar ácia abajo, segun toda su longitud : considerémos aqui tres puntos: el primero de union, que ata, y afirma el un lado de la palanca. 2.º el punto de resistencia, sobre el qual baja la palanca. 3.º la fuerza motriz, ò potencia, que se aplica al otro lado de la palanca. Toda la accion de esta máquina cae sobre el punto de resistencia, y quanto este punto se acerca mas al de union, mas extension se le dá al brazo, que se prolonga desde el punto de resistencia hasta la fuerza moviente, ò motriz : y aunque ésta sea siempre la misma, se hace mas eficaz à proporcion, que se le dá à esta longitud mas, y mas aumento. En esto consiste la fuerza de la prensa grande, (**) que es un arbol grueso, ò muchos arboles combinados, detenidos, è invariablemente firmes por un lado en pilares, (**) ò usillos. Estos pilares, ò arboles están firmes, colocados sobre la mesa, y superiores al pie de uba, ò pilón de racimos bastante vecinos à esta extremidad : y en la otra, que está muy lejos, se hace obrar à una caja cargada de muchos millares de piedras,

O 2

(**) Vease el tomo 4. de esta Obra, pag. 173.

(**) En algunas prensas les llaman *Piernas*, en otras *Estacas*, en otras *Canes*, en otras *Arboles*, en otras *Pies derechos*, y asi varian casi conforme las prensas : algunos les llaman *Montantes*, y son aquellos maderos en que se afirma la tuerca, ò tablon de la prensa para subir, y bajar.

dras , ò alguna otra potencia , que oprime el pié de la uba con tanta mayor facilidad , quanta este pié se halla mas proximo à la union , y mas lejos de la potencia.

Fig. XII.

Si la palanca juega por uno de sus cabos sobre el ege , ò clavo , que la ase , y afirma , el pilón de ubas , ò qualquiera otra materia divisible , y que conserva su resistencia à la palanca , experimentará la accion con tanta mayor fuerza , quanto la potencia se halla lejos del punto de apoyo , ò quanto este punto esté mas proximo al de inmovilidad , y union , principalmente si la palanca tubiere una hoja aguda como la hoja de un cuchillo. Todos los puntos de esta palanca describen en tiempo igual otros tantos arcos diferentes , y quanto el punto se halla mas proximo al fulcro , ò punto inmoble , otro tanto mas pequeño es el arco , que forma ; y al contrario , quanto mas lejos se hálle , otro tanto el arco es mayor. Todos estos puntos , pues , que describen arcos diferentes en tiempo igual , y obran segun la proporcion inversa de las potencias à los arcos , que corren , y describen , de suerte , que se deberá aumentar la potencia à medida , que sea pequeño el arco , que forme , y se necesitará menos fuerza à medida , que el agente describa el arco mayor. Supongamos , que el punto de este filo , con que se corta el racimo , se halla cinco veces mas cer-

cercano del punto , en que la máquina está fija , que de la mano , que la hace bajar , y gobierna. Si el esfuerzo que hace esta mano , describiendo un arco cinco veces mayor , que el que forma el punto cortante , es de una presion de diez libras , el punto de el corte obra con una accion de cinquenta : y si la caja de 20000. libras suspensa en los pilares de la viga , ò prensa , está cinco veces mas lejos del pilón , ò pie de la uba , que lo está el pilón mismo del punto de union y firmeza del otro cabo de la viga , atravesando el punto de presion cinco veces menos camino que la caja , aprieta el pie de racimos , yá en la mesa , yá en espuestas , ò cofinas con una presion equivalente à cien mil libras.

La misma regla se sigue , y la misma ventaja se halla , yá se baje esta máquina , ò palanca , asida , y firme por el un lado , ò yá se alce , que se sirvan de ella para apretar una materia , que resiste , puesta entre el punto de union , y la potencia , ò que la usen para lebantar un cuerpo pesado , y suspenso entre la union , y la potencia , pues en todos estos casos , y circunstancias , lo que el espacio mas pequeño es al grande , es la potencia moviente à la resistencia : porque quanto la resistencia está mas proxima al punto de union , ò que afirma la máquina , otro tanto es mas pe-

pequeño el espacio , que se corre : con que entonces la potencia moviente , aunque segun su proporcion sea mas pequeña , compensa la debilidad con el espacio.

Contrapesar , golpear , (**) cortar , y levantar , son los primeros , y mas ordinarios socorros , que el hombre ha sabido sacar de las palancas. Las mas ventajosas sin duda son el haber hecho ceder los mas enormes pesos , à las limitadas fuerzas del hombre ; pero no bastaba hacerlos ceder , y perder su asiento , y lugar , era preciso poderlos elevar , y hacer que atravesasen el vago espacio del ayre. No habia otro medio que éste para que reparáse el hombre las incomodidades de los terrenos desiguales , y diese à las fábricas , y edificios una altura razonable.

Las poléas,
garruchas,
carrillos , ó
trocolas.
Vease la nota
puesta al
principio de
la Maquina-
ria.

Las partes de las poléas son la caja , ò chapa , la rodaja , y el ege : la caja es una especie de asa , en que la rueda se mueve libremente. La rodaja , (**) sea de madera , ò de metal , está socabada , ò tiene una canál en todo su contorno para recibir , y mantener mejor la cuerda , que la rodéa. El ege es una especie de clavo , que atraviesa la rodaja,

(**) El Italiano traduce *Schiacciare* , que es romper , ò hacer pedazos ; pero à esto corresponde en Frances *Ecraser* , *Caser* , *Ecracher* ; quando el *Fouler* de que usa aquí M. Pluche , se traduce con alguno de estos verbos *Premere* , *Pestare* , *Calpestare* , *Sodare* , &c. Vease el 1 , y 2. tom. de Antonia. Dic. Let. S , y L. F.

(**) La rodaja es una garrucha , ò polea parcial , de modo que muchas rodajas componen la polea , ò garrucha total , ò polyspastos.

ja, y al rededor del qual boltéa, subiendo, los puntos de un lado, quando bajan los de el otro. Esta máquina se puede usar de dos modos, ò manteniendola fija, ò dejandola movible: llamase fija, no porque no ruede sobre su ege, sino porque la caja está inmóvil: (Fig. 13.) llamase movible, quando esta caja no está asida à un punto fijo, sino que sigue la direccion del peso, que cuelga de ella. (Fig. 14.) La poléa fija es un verdadero peso, ò balanza; pero no obstante ser esto cierto, es menester que lo hagamos patente, y claro. La poléa movible es una verdadera palanca; pero es preciso determinar la ventaja, que tiene. La fija es un verdadero peso, porque en ella se puede concebir cada punto de la rueda como la extremidad de una linea, ò de un radio, terminado en el ege, y en correspondencia con otra linea semejante, que se encamina por el lado opuesto. Estas dos lineas, ò radios juntos son los dos brazos, ò el equivalente del hastíl del peso: pues es claro, que el hastíl debe estar horizontal para formar un juicio arreglado, respecto de el cuerpo, que mantienen, y peso, que determinan. Del mismo modo en todos los puntos, que componen la rueda de la garrucha movible, no se mira sino à los dos puntos, ò extremidades de la linea, que atraviesa la rueda, y el ege, porque estas piezas son aqui
las

las que reciben la presión de las potencias, las cuales se pueden considerar por medio de las cuerdas, como prolongadas, y aplicadas inmediatamente à las dos extremidades de la línea, que corta el centro, y el punto del balancéo. Quando se sube un cuerpo pesado por medio de la garrucha fija, se pasa una cuerda por encima de la rueda, y de las dos cuerdas pendientes, segun las direcciones paralelas, que lleban, la una sostiene, y sube el peso, ò carga, y la otra es dirigida en un sentido, y con una acción contraria, por la potencia, que hace el esfuerzo, para que suba el cuerpo pesado otro tanto como ella baja.

Quando un agente, ò una potencia sostienen, por egemplo, una piedra con la ayuda de qualquiera poléa fija, es necesario, que pongan esfuerzo, ò acción igual à la pesadéz de la piedra: porque si del centro se tiran líneas ácia la parte en que la cuerda deja de tocar la poléa, estas líneas serán horizontales, y al mismo tiempo perpendiculares à la cuerda, y medirán las distancias de el centro à las direcciones de la potencia, y piedra, ò peso, que sube: estas líneas, pues, perfectamente iguales, tienen lugar, y hacen veces de una palanca de brazos iguales, cuyas extremidades describen iguales arcos: con que siendo los mismos los espacios, corridos
por

por las potencias las sumas de estos esfuerzos, y acciones de las potencias, serán igualmente las mismas; pero basta para dejar victoriosa de la resistencia à la potencia, que obra, el que ésta rompa el equilibrio con la mas leve superioridad.

No solo sirven las poléas para hacer subir cuerpos muy pesados con la comodidad de los contrapesos, de que pueden ayudarse nuestros brazos; sino para mudar, segun se necesite, las direcciones de las potencias, y para disminuir la aspereza de las frotaciones con la movilidad de los puntos.

Veamos si la poléa movable dá mas facilidad à la potencia que la poléa fija. Esta es un peso, cuya linea horizontal describe con sus extremidades arcos iguales; pero la poléa movable es una palanca, en la qual, una de las extremidades se reputa inmóvil, y en quien todos los demás puntos describen arcos desiguales entre sí. La ventaja debe estar de parte de la potencia, que dirige su accion à un punto, y que atraviesa mayor espacio. Aquí, pues, tratámos de determinar esta ventaja.

Si se repára, se verá en estas poléas, que uno de los cabos de la cuerda está asido à el gancho inmóvil a, y la potencia tira de el otro cabo b, de suerte, que todos los puntos de la cuerda, que está fija al gancho im-

Fig. 14.

moble, sirven de apoyo, y fulcro à la poléa; y porque el peso *c* está puesto entre la potencia *bb*, y el fulcro *aa*, es necesario, para obrar con ventaja, que para el equilibrio haga la potencia menos fuerza, que tiene de pesadéz el cuerpo. De hecho la cuerda *aa*, asida al gancho *a*, sostiene una parte del peso *c*: luego es indubitable, que la poléa movable facilita la accion de la potencia, y que con menor esfuerzo puede ésta sostener el mismo peso, que la poléa fija. Pero si considerámos como una palanca la linea *aa*, *bb*, que corta, ò une los puntos, en que las cuerdas hacen su fuerza en la rueda, y se sepáran sucesivamente de ella, no es claro, que la direccion de la potencia *bb* estará al doble de lejos del fulcro *aa*, que la direccion del peso *c*, que se debe concebir como impelente en *d*? Basta, pues, por consecuencia, conforme à la regla establecida, hablando de la palanca, que la potencia *bb* ponga una accion, que sea como la mitad de la pesadéz de *c*.

La medida de esta accion, ò esfuerzo se halla en la comparacion de los espacios corridos. Porque desde que la potencia *b* comen-zó à levantar el peso hasta que la potencia misma llega en frente del gancho *a*, se halla haber atravesado todo el espacio, que hay desde el suelo hasta el gancho *a*, mientras el

peso

peso *c* andubo la mitad de este espacio solamente; y quando yá llegáre el peso, que se lebanta, al gancho *a*, la potencia *b* habrá corrido, no solo el termino que hay desde el suelo al gancho *a*, sino otro espacio, tambien igual à éste, encima del mismo garfio *a*. Luego si los esfuerzos son otro tanto menores, quanto mas se vén reiterados, ò quanto mas se repiten, sieudo el espacio, corrido por la potencia *b*, doblado del que ha caminado el peso, no es menester sino la mitad de la potencia para hallar el equilibrio con el cuerpo pesado, que se maneja.

En el uso de la poléa fija, obrando la potencia segun su direccion, hace caminar al peso contra la suya mediante la simple igualdad, con la superioridad mas ligera: y entonces la ventaja única, que logra la potencia, es la elevacion del cuerpo pesado contra su direccion natural. En el uso de la garrucha, ò poléa movible, no solo sube el cuerpo pesado, sino que sube con una mitad de fuerza menos, que es nueva, y notable ventaja. Pero supuesto, que nuestras fuerzas son tan pequeñas, procurémos vér todavia, cómo podrémos ahorrar su dispendio, aumentando el provecho al mismo tiempo, que escusamos fuerza, y trabajo. El mérito de las máquinas tienen mucha semejanza con las utilidades de la economía.

Polyspastos,
ò multiplicacion de garruchas.

No son pocas las ocasiones, en que el hombre tiene necesidad de transportar, ò subir masas, cuya pesadéz excede muchas veces, no solamente la fuerza de sus brazos, sino tambien aquellos ordinarios socorros con que se ayuda, quales son las palancas, y la poléa movible. No llega, pues, el hombre à triumphar de la resistencia, que le hacen semejantes cuerpos, sino juntando muchas palancas, ò uniendo muchas poléas, con que multiplique el alivio, y los esfuerzos. No es conveniente, que las garruchas, que junta, estén siempre fijas, pues serían de este modo mas nocivas, que provechosas para el fin, que se propone: tampoco pueden ser todas movibles, pues las movibles necesitan de arrimo firme, que las sustente: con que para sacar provecho de la multiplicacion de garruchas, se deben unir las fijas con las movibles, y à este conjunto le dá la mecánica el nombre de polyspastos: la union de las poléas (***) movibles se llama polyspastos movibles: y el conjunto de las immobiles se llama polyspastos immobile. Las garruchas, ò poléas immobiles están todas fijas con una misma chapa, ò caja, como a, (en la Fig. 15) y las movibles están encerradas, ò aseguradas con otra chapa, ò caja, como b, en la misma figura. Puedense disponer las rodajas, ò gar-

117

(**) O rodajas, ò roldanas. Vease el Perfecto Artillero, pag. 49.

ruchas , tanto las fijas , como las movibles , de dos modos : 1.º Todas las fijas se pueden afirmar con un mismo barrón , ù ege a , (Fig. 16) al modo que los movibles lo están con el b. *Ibid.* 2.º Se puede poner un ege en cada rodaja. La cuerda está por lo ordinario unida por un cabo al polyspastos inmóvil , como en c , (Fig. 15) y en a. (Fig. 16) Despues pasa alternativamente por debajo de una poléa móvil , y luego por encima de una fija , y el agente , ò potencia obra por la otra extremidad , como en d , (Fig. 15) y c. (Fig. 16)

Veamos yá el auxilio , y facilidad , que recibe el agente por medio de el polyspastos. Supongamos , que un Cosechero quiere sacar de su cueba una tinaja de aceyte , ò qualquier Mercader otro peso de 500 , ò 600 libras : no necesita para esto sino una abertura en la bobeda , que cubre la cueba , las garruchas fijas colocadas en la parte superior , las movibles asidas al tonél , y la diligencia solo , y fuerzas de dos criados , si cada uno de estos pueden , como es indubitabile , regularmente hablando , lebantar cinquenta libras , unidas las fuerzas de ambos , lebantarán hasta 100 : pongan , pues , un tripastos , ò una garrucha de tres rodajas en exercicio , y podrán con esta máquina dejar la tina de aceyte en equilibrio , y vencer

cerle despues con poco aumento , sacando este peso con la misma facilidad , que sacáran de lo mas profundo de la cueba solas 100 libras. Para hacer claro , que con una fuerza equivalente à cien libras , y con algun exceso mas , podrán subir , y dominar el peso de seiscientas , recurriremos al principio, que yá tenemos establecido. Supongamos, que el cuerpo , ò peso , que se eleva , sube un pie , es preciso , que el cordél , que abraza las seis rodajas , y que à cada una le hace dár una buelta para la subida de un pié , se arrolle, ò déje seis pies en las manos de quien le tira, lo qual es equivalente al camino de seis pies , que hubiesen caminado estas manos, mientras la tinaja corrió uno solamente. La razon es , porque en el equilibrio la potencia motriz , y el cuerpo movido deben estar en razon inversa de los espacios , que corre la potencia , siguiendo su direccion , y el cuerpo pesado contra la suya : con que la accion de la potencia moviente , que corre 6 pies; mientras la resistencia atraviesa uno, no debe ser sino la sexta parte de la pesadéz de el cuerpo , para que pueda formar el equilibrio : y asi , siendo el peso de 600 libras, basta que la potencia moviente ponga una fuerza de ciento ; pues ciento con una garrucha movable sola equivalen à 200. Si el polypastos movable tubiera quatro rodajas , la cuer-

cuerda, que abraza quatro rodajas inmóviles, ò fijas, y quatro móviles, andaría ocho piés, mientras subiese uno el peso movido, y entonces bastaría, que el polysastos pusiese una fuerza solamente igual à la octava parte de la resistencia; y así, la acción de un musculo, ò de una pesa de cien libras, añadiendole una, ò dos, haría subir una carga, ò lío de 800 libras. De suerte, que para tener la razón de la potencia al peso, es necesario doblar el número de rodajas, que abraza la chapa, ò caja móvil, pues hay el mismo respeto entre la potencia, y el peso à quien mueve, que entre la unidad, y el duplo de las rodajas móviles.

En todo lo que hemos dicho del efecto de la poléa, ò garrucha móvil, y del polysastos, hemos supuesto, que las direcciones son paralelas. Pero si se apartan del paralelismo, llegando à concurrir, el auxilio, que la potencia recibirá de la máquina, será algun tanto menor, que el que hemos determinado: porque en este caso la acción, que pone el agente, se divide, tirando ácia lo alto el peso, y juntamente ácia aquel lado ácia donde se tuerce, ò inclina.

Las ruedas de los carruages participan de la naturaleza de las poléas móviles. La tierra en que estriba la rueda, es el fulcro, ò punto de apoyo, la longitud de la palanca

Ruedas de los carruages.

se toma desde la tierra hasta el medio de el cubo , ò centro de la rueda , que corresponde à la lanza , pértiga , ò varas , que se afirman à los Caballos. Consiguientemente las ruedas mayores son mas ventajosas que las pequeñas, porque las palancas , ò el espacio , y radio de la rueda , que hace oficio de palanca , es mas largo , y porque cada punto del cubo , que se vé tirado por momentos , se halla en la direccion del impulso , que le dán , y corresponde tambien à la altura del pecho de los animales , que tiran.

Hallanse Medallas Romanas , y otros monumentos , que nos representan las Carrozas de las Emperatrices , y otras diversas especies de carruages , todo de quatro ruedas , absolutamente iguales ; en lo qual aparece , que los antiguos estubieron en esto mas bien servidos que nosotros , que ponémos en nuestros Coches , y carruages quatro ruedas , las dos muy altas , y las otras dos pequeñas : de donde se sigue , que las Mulas , ò Caballos tiran à un tiempo mismo la rueda grande por medio de una especie de palanca , que sube hasta la altura de los animales , y la pequeña por medio de otra palanca , que queda mucho mas baja. Además de la pequenez de esta palanca sucede , que la direccion del impulso con que tiran de ella , no vá , ni se dirige à la extremidad de la perpendicular , lo qual debi-

li-

lita mucho la acción de la potencia, que tira. Si se calcúla, yá sea segun las hypothesis mas verosimiles, ò yá con las mas ajustadas medidas, la corta ventaja, que los Caballos consiguen con esta palanca pequeña, y la ventaja superior, que alcanza con la grande, que es el rádio perpendicular de la rueda mayor, se formará una cuenta, que nos dé el total; pero este total, que encontramos, sería mucho mayor, si nuestros carruages tuviesen quatro ruedas grandes, è iguales: esto es, quatro palancas grandes continuamente dirigidas, y que ván à parar con su estremidad à la direccion perpendicular de el impulso, que se les comunica, ò à la linea con que tiran de ellas.

No solamente el rádio de la rueda pequeña, y la direccion del impulso con que mueven el carruage, disminuye su servicio; sino que las Mulas, ò Caballos se hallan tambien recargados, y detenidos con parte del peso del mismo carruage, à causa de la direccion obliqua, que de abajo ácia arriba interviene en este caso. Por ventura nos hemos cargado caprichosa, y voluntariamente de esta dificultad duplicada? No por cierto: parece, que la intencion del método moderno ha sido mantener la parte anterior de el carruage en una especie de suspension, à fin

de que en un mal paso el primer esfuerzo de las Mulas se dirija à levantar en alto esta parte anterior para facilitar el movimiento de la posterior , de modo , que no se embarranque, y atólle.

Resumamos en pocas palabras las ventajas , que se sacan de la poléa , y de la palanca. Con las palancas ordinarias , yá estén divididas en dos brazos con su fulcro, ò punto de apóyo , ò yá estén firmes , y asidas por el un lado , se pueden mover , y levantar qualesquier pesos ; pero no se pueden transportar , ni hacer mudar de sitio sino por muy poco espacio. Con la garrucha , ò poléa se puede , es verdad , levantar un cuerpo pesado à la altura , que se quiera ; pero es preciso , que la potencia consuma otras tantas fuerzas , quanto es el peso , que eleva , y aun algo mas , para que pueda romper el equilibrio. Con la poléa movible se disminuye , es asi , la resistencia una mitad ; y si se aumenta el número de las poléas , adquiere la potencia dos veces mas fuerza , que hay de poléas movibles , ò basta que la potencia moviente sea al peso , que mueve , como uno al duplo de las poléas movibles ; pero esta multiplicacion de poléas , tan ventajosa en muchas ocasiones, es en otras embarazosa , y aun impracticable. Por esto , pues , se ideó buscar , y reunir

nir todas estas conveniencias en una simple máquina solamente, y se ha conseguido.

Juntanse dos poléas fijas, la una muy grande *a*, y la otra muy pequeña *b*, atravesada una, y otra de solo un ege *c c*: la circunferencia de la poléa, ò pequeño cilindro *b*, aplica, y arrolla en sí el cordél asido firmemente al cuerpo pesado, y la circunferencia de la poléa grande *a* recibe la accion de la potencia motriz: à la poléa grande se la llama rueda, y à la menor timpano, ò cilindro, y el todo conserva el nombre de rueda; (**) y como el cilindro se puede alargar quanto se quiera, la rueda puede ensancharse tambien à proporcion. Las pinas, ò calces de esta rueda se pueden atravesar con muchos clavos largos, ò pasadores, que hacen cómodo à la potencia moviente el obrar sobre la rueda, como se vé en la Fig. 17. Puedese ensanchar esta rueda en forma de un gran tambór, de suerte, que su caja pueda recibir uno, ò muchos hombres, que subiendo ácia delante por la parte, ò circunferencia interior de la caja, ò tambór, obligan à cada una de las partes, que pisan, à bajar; con que prosiguiendo la operacion, hacen dár buelta à la rueda, al cilindro, y à la cuerda: à esta especie de rue-

Fig. 17.

La rueda, y su timpano, ò ege.

Q 2

da

(**) Esta máquina participa de la Grúa, y del Ege en el Peritrochio, ò Cabrio; y asimismo del Argue, que usan los Marineros para arrancar, y subir las áncoras, y entrar fardos, ò cargas de mucho peso en los Navíos.

Timpano. da le dán el nombre de timpano. (**a)
Fig. 18.

En lugar de la rueda grande se podrá alguno contentar con que se hagan algunos agujeros en el cilindro para introducir, y afirmar en ellos unos rayos, palancas, ò esquadras (**b) de que se valga el agente, como de otras tantas palancas para hacer dár bueltas à esta máquina, la qual entonces toma el nombre de torno d: (Fig. 17) la pequeña poléa b, que se llama timpano, ò rodillo, se estiende à una longitud considerable à la diestra, y à la siniestra de la circunferencia de la rueda a: puede-se concebir esta poléa, como atravesada, segun toda su longitud, con una linea, ò ege, cuyos dos terminos c c se llaman espigas: (**c) estos son los sustentáculos de la máquina, y sobre ellos forma su reolucion, ò dá sus bueltas, asegurandose mas el juego de la máquina, quanto ellos estén mas firmes, y causando menos frotacion, y menos morulas, y lentitud, quanto fueren mas pequeños: pueden-se mirar tambien como lugar-thenientes del ege de la garrucha, y como tejuelo, (**d) en

(**a) Los Griegos, y los Antiguos le llamaron *Geranon*. Vase la trad. Ital. y Tosca t. 3, trat. 9 de la Maq. prop. 7.

(**b) Este ultimo nombre le dán los Facultativos.

(**c) O Gorriones.

(**d) *Tejuelo* en una máquina, puerta, &c. es aquella planchita (que suele estar socabada) en que estriba el ege, ò quicio para dár bueltas, sin que haga hoyo, y que sirve de basa en que se sienta, y afirma la espiga del mismo ege, ò quicio. A esta espiga, que es aquella punta, que sale mas que el resto del ege, le llaman algunos *Gorrion*.

en que como sobre una basa , ò chapa fija , è immobile boltéa el ege. Despues de esta descripción del timpano , y del torno veamos yá de qué nos sirven. En ellos se encuentran los servicios de la palanca , y las utilidades de la poléa ; pero sin los inconvenientes de estas dos máquinas.

Bajando de un lado el rayo horizontal de la rueda , hace subir del otro el rayo del timpano , en que está arrollada la cuerda. El ege del timpano , à quien rodéa la cuerda , es un verdadero fulcro , ò punto de apoyo , y estos dos rayos juntos hacen el oficio de palanca : el rayo de la rueda es aqui el brazo mas largo , y el mas corto el rayo del timpano ; pero el uso de la palanca ordinaria es endeble , y lleno de interrupciones , quando en esta máquina , la palanca , que acaba de obrar , se substituye al punto con otra : que continúa la accion sin que se interrumpa ; porque tirando continuadamente la potencia ácia una misma parte , ò en un mismo sentido , el peso va subiendo al contrario , ò en el sentido opuesto à una altura cada vez mayor. Estos brazos miden tambien las distancias del ege à las direcciones ; esto es , à la circunferencia de la rueda , en donde obra la potencia , y al punto de la circunferencia de el cilindro , ò timpano pequeño , en que obra la resistencia. Esta es la razon , por que en el equi-

equilibrio la potencia es al peso como el rayo pequeño, ò del timpano al rayo de la rueda: si el rayo de la rueda es diez veces mayor que el del cilindro, basta que la potencia haga un esfuerzo, ò ponga una accion diez veces menor que la resistencia; y así, suponiendo, que la potencia ponga una accion equivalente à 50 libras, formará equilibrio con el peso de 500.

Pero siendo de este modo la fuerza de la potencia diez veces menor que la resistencia, es menester, como en cambio, que esta potencia corra un espacio diez veces mayor, que el que corre el cuerpo, ò peso, que sube; pues este peso no se eleva mas, que lo que se elevan, y caminan los puntos de la superficie del timpano; y siendo la circunferencia de la rueda diez veces mayor que la del cilindro, al rededor del qual se vá arrollando la cuerda, es necesario, que haga la potencia diez veces mas camino que el peso.

Los puntos extremos de la linea horizontal, que la cuerda ocupa, y de que se vá apoderando succesivamente, son la medida del espacio, que corre el peso; y como sea necesario, que en todos los puntos corridos por la circunferencia mayor haga la potencia un esfuerzo de cinquenta libras, de el mismo modo, que el peso hace en todos los puntos, que corre, la misma resistencia, se sigue,

gue, que la suma de las fuerzas, que pone la potencia, sale igual à la suma de las fuerzas con que el peso se opone, y resiste. La potencia, en efecto, atraviesa necesariamente diez puntos, mientras la resistencia corre uno. Aora bien: cinquenta libras de fuerza, repetidas diez veces, dán igualmente el producto de quinientas libras, como la resistencia de quinientas libras multiplicadas por uno: luego tenemos una proporcion absoluta. (**a)

Quando el ege, ò timpano no está acompañado de rueda, sino que solamente le agugerearon para ajustarle los rayos, ò palancas, no siempre la longitud de éstas mide la distancia, que hay del fulcro à la direccion mas ventajosa de la potencia; pues no se halla esta distancia sino quando la direccion es perpendicular à la longitud, ò distancia misma, como se puede ver en la ventajosa facilidad, que encuentra el que gobierna un Carromato para cargarle, quando al bajar à este fin el

(**a) Todo esto se aclara mas con esta máxima fundamental de la Maquinaria: Las fuerzas de la potencia crecen en la misma proporcion, en que su velocidad excede à la velocidad del peso; y segun este principio, se sigue, que dispuestas 50 ruedas, de modo que su movimiento procediese en proporcion decupla, al llegar à las cinquenta habria yá cobrado tanta fuerza, y velocidad, que la fuerza de un dedo, y aun mucho menos, podría mover toda la tierra, y segun la cuenta del P. Clavio, cap. 1, podría mover todo el pesadísimo cumulo de arena, que cabe en el ámbito del Firmamento. Vease el lugar citado, y Tosc. t. 3, trat. IX. lib. 4.

el pértigo, (**b) ò la barra la encuentra horizontal. Quanto mas se baja esta barra, tanto mas se aproxima la direccion al fulcro, ò punto de apoyo; y como la ventaja se disminuye à medida, que la direccion de la potencia se acerca al fulcro, ò punto de apoyo, vémos, que el Carretero redobla el esfuerzo al acercarse; y no pocas veces añade el impulso de su rodilla, sobre las varas, ò pértigo, al movimiento, que empezó à imprimir con sus dos brazos en la estaca, ò radio, que se sigue.

La máquina, de que aora hablamos, puede tener su rodillo, timpano, ò cilindro puesto à nivel, ò horizontalmente, y entonces se llama simplemente *sucula*, ò *cabria*, ò *trucha*; y si el cilindro está à plomo, ò perpendicular al horizonte, se llama *ergata*, vulgarmente *argue*, ò *cabestrante*.

La Grua.
Fig. 18.

No tenemos necesidad solamente de mudar los cuerpos pesados de un lugar à otro, y subirlos à parages altos; sino que necesitamos muchas veces, despues de elevados à la altura, que se pretende, encaminarlos de una

(**b) De los Carrromatos hay varias especies. En Murcia tienen quatro ruedas con su lanza como los Coches, ò pértigo como los Carros. En otras partes, como en Castilla la Vieja, y Nueva, en el Principado de Cataluña, y otras partes, usan de Carrromatos con dos ruedas, y varas como las Calesas; pero aqui se habla de Carrromatos, ò Carretas sin ladéras, y que tienen sus palancas, estacas, ò rayos sucesivos, ò una especie de torno como el de la Figura 17, de modo, que formen báscula. Veanse Sob. Odin, Anton. y el Dic. de Com. pal. Haquet.

una parte à otra , y la naturaleza , ò algun impedimento particular puede hacer este tránsito muy penoso. Por esta causa , pues , se le ha añadido un nuevo mérito à la Máquina, dividiendola en dos partes , una de las quales es un sustentáculo , y fundamento fortísimo , è incapáz de ceder , ni quebrantarse, y la otra un brazo movible , è igualmente apto para elevar el cuerpo pesado à la mayor altura , que para dirigirle despues , y transportarle à la parte , que se quiera en toda la circunferencia , bolviendose este brazo libremente en todos sentidos , y de todos modos. Este brazo , que sube , y se prolonga como el pescuezo de una Grulla , (**) segun se quiere , dió (ò se derivó de él) à la máquina el nombre de Grua. Sobre el sustentáculo , ò basa 1 se eleva un grande arbol , ò pie derecho 2 , sostenido de las cuerdas , cadenas , ò tornapuntas 3 , terminadas en el macho , ò navo puntiagudo 4 . Este es el sustentáculo , ò estrivo firme de toda la máquina. La otra parte movible de la grua contiene lo 1.º el aguilón A , taladrado , y guarnecido de clavijas , que sirven para facilitar la comunicacion , y acceso à todas las partes de la máquina , 2.º La caja C con su ege , timpano,

Tom. X.

R

ò

(**) Grua tambien le llaman algunos à esta ave. Dic Cast. L G. La Grua , que aqui se describe , es diversa de la que describe Tosca t. 3. trat. IX. prop. VII. Maquin. y de las que describen otros: que à la verdad , se llaman con impropriedad Gruas.

ò arrollador horizontal B. 3.º Los travesaños D, que sirven de ligamentos para que juegue toda la parte superior del navo. 4.º La entrepunta E (**) socabada para abrazar el navo, de modo, que se puedan bolver sin trabajo todos los ensamblages, ò conjuntos de partes superiores, quedando inmoble solo el cimientto, sustentáculo, ò primera parte de la grua. La maroma se debana, y arrolla en el cilindro, ò arrollador B; y pasando por las extremidades de los tres travesaños D hasta la extremidad de el aguilón A, baja à asir el pilón, ò peso F, que sube. Esta maroma encuentra en D, y en el extremo A del aguilón otras tantas poléas, ò garruchas, que aunque à la verdad no añadan fuerza à la potencia, facilitan el paso à la maroma, sosteniendola sobre puntos movibles, que disminuyen la aspereza de la frotacion, porque son pocos los puntos en que se roza, y estriva la maroma, y pasan en un momento, y se deslizan.

En la caja de la rueda se meten muchos hombres, que adelantandose ácia la parte anterior, y concaba de la circunferencia, hace su peso natural, casi lo mismo que si estuviera colgado, y suspenso en contraposicion del otro, lo-

(**) El Italiano traduce *Sporto*, que viene à ser un *Sopalco*, *Camanchon*, ò *Entresuelo*; y aunque es así, que *Soupenle*, que es el termino Francés, tiene esta significacion; pero en este caso es totalmente agena, pues significa una especie de entrepunta, que sostiene la parte superior de la Grua. Veanse *Odin. Sobr. Anton.* y el *Dic. de Cienc. y Art. L. S.*

logrando de este modo una direccion perpendicular al cabo del rayo horizontal, con que bajando sin intermision cada uno de los rayos, ò puntos, que se vãn sucediendo en esta situacion, elevan el rayo opuesto del cilindro, ò cada punto de el arrollador con un juego continuado. Cada termino de este radio lleba trás sí, arrolla, y debana, conforme vá subiendo, el punto de cuerda, que se le arrima, y quantos nuevos puntos suben de la superficie del cilindro, ò arrollador, otro tanto corre el pilón, ò peso, que eleva. Quando llegó éste à la altura deseada, se suspende el movimiento de la rueda, la qual es aquí como la cola de la Grulla; y al cabo A del aguilón, que se mueve à todas partes, es como el pico de esta ave. No puede llegar el caso de que se impela esta cola, ò extremidad posterior de la grua de modo alguno al rededor del navo 4, sin que se encamine el dilatado pescuezo, ò largo pico con un movimiento contrario. Y siendo estas dos partes de la máquina como un equilibrio, se conduce con su maniobra el peso ácia el lado, que se quiere, del mismo modo que se conduce la grua; despues de algunas bueltas de la rueda, opuestas à las precedentes, se baja el peso, ò pilón hasta el punto en que justamente se necesita.

Pero, y qué fuerzas son las que aquí ocu-

pa la potencia para que suba el peso? Toda la carga se hace sentir en el punto extremo del rayo horizontal del cilindro, ò arrollador B: los hombres, que suben en el cóncavo de la caja, ponen su fuerza, y aplican su impulso para elevar este punto: si le hacen subir, sube el peso: luego si la potencia moviente, y el peso lebantado están en razon inversa de las distancias de sus direcciones à el ege, que es el fulcro, ò punto de apoyo, hay equilibrio. Pongámos, pues, quatro hombres en la caja; podrán pesar juntos 600 libras: con que son como 600 libras colgadas en la extremidad del rayo horizontal.

Si la extremidad de cada rayo horizontal de la rueda grande baja sucesivamente con una direccion, que esté cinco veces mas lejana del ege, que lo está la direccion del peso, estos hombres harán equilibrio con un peso cinco veces mayor que el suyo: y asi, podrán igualar, y vencer un peso de 3000 libras; porque si la fuerza, que resulta de su peso, obra sobre la rueda à la distancia de cinco pies del ege, hace à un tiempo mismo la presion de cinco veces el valor de seiscientas libras, mientras el peso de 3000 à la distancia de un pie de el ege hace la presion de 3000 multiplicados solo por uno; y como la accion, ò presion de 3000 libras

sea lo mismo, que cinco acciones, ò presiones de seiscientas libras, la suma de las fuerzas, que pone la potencia pequeña en el espacio grande, que corre, es igual à la suma de las acciones, y fuerzas con que el peso grande resiste en el espacio pequeño: de donde sale, y se ilustra siempre mas, y mas aquel grande principio de Mecanica: que quando la potencia, y el peso se hallan segun la razon inversa de los espacios corridos, ò de las distancias de las direcciones al punto de apoyo, se dá equilibrio: dado yá el equilibrio, no se requiere sino una pequeñísima fuerza sobreañadida para obtener la victoria, y vencer la resistencia.

Como la multiplicacion de las poléas, ò rodajas movibles facilita la accion de la potencia, y ahorra el consumo, y aplicacion de las fuerzas, asi el conjunto de muchas ruedas con su piñón, ò rotula puede producir la misma ventaja, (***) si una rueda se mueve con la rótula de otra. Para esto es necesario, que la rotula esté acanalada; esto es, con sus canales formadas con ciertos dientes, que sobre-

La rueda compuesta, y su piñón, ò rótula.
Fig. 19.

El rodage.

(**) A esta máquina, que llamamos aqui rueda compuesta, le dá el P. Joseph Falck aug. vir. per Mach. el nombre de infinita; pero Tosca Mach. t. 3. l. 6. prop. 6, y Vvolffio Comp. Mathem. tom. 1 Elem. Mechan. defin. 24. le dán el mismo nombre à otra máquina muy diversa. Parece, que el P. Falck habla con no menos propiedad; pues esta máquina admite ruedas, piñones, y fuerzas al infinito, quando en la de Tosca, y Vvolffio, que en esta obra está señalada en la Est. IV. Fig. IV, se ponen roscas, ò espiras determinadas, y sin aumento alguno en las fuerzas, de modo, que solo las bueltas son infinitas,

bresalen, y que la circunferencia de la rueda grande lo esté tambien con sus puntos, para que los puntos, y dientes encajen, y se impelan uno à otro, ajustandose perfectamente; porque si la rótula, que está junta con la rueda (atravesadas una, y otra por un mismo ege) tiene un número de dientes en la superficie, y la circunferencia de la segunda rueda está dividida en cierto número de puntos semejantes, no se pueden ingerir los puntos de la segunda en los dientes de la primera, sin hacer caminar à la una con el movimiento de la otra: ingerir los puntos de una rueda en los dientes de la rótula, es lo que se llama aquí *golpear de encaje*. Si la rótula tubiere en lugar de dientes ciertos palitos, ò balaustres, que atraviesen su longitud, dejando sus huecos, ò intermedios entre balaustre, y balaustre, ò con sus acanaladuras de encaje, podrán estos balaustres, ò canales golpear de encage del mismo modo, y recibir el impulso de los dientes, ò puntos de la rueda, como le reciben los dientes mismos; pero yá en este caso el cilindro, ò máquina, compuesta de dos circulos con sus balaustres, no se llama piñón, sino nuéz, ò linterna: y quando hay muchas ruedas, que se mueven, y juegan de este modo, yá con linternas, ò yá con piñones, al conjunto de todas llamámos rodage. El cilindro de la ultima rueda

se-

señalada 3, se hace sin dientes algunos para recibir la maroma, que mantiene el peso 4, que es el que se quiere subir.

Muevase por la potencia 5 la rueda 1, el piñón de esta rueda vá subiendo del lado de la rueda 2, y lleva ácia la misma parte los puntos de la rueda: luego ésta con su rotula, ò piñón vá descendiendo consiguientemente del lado opuesto; conviene à saber, ácia 3. Los puntos de la rueda 3, conducidos con el descenso del piñón 2, no pueden bajar de el lado 3 sin hacer subir la parte contraria, pues ésta es constantemente la aplicacion del principio, que yá dimos hablando de la bascula: luego sube el piñón de la rueda 3, y la cuerda, que se arrolla en ella, eleva consigo el peso 4: la potencia 5 tira, y baja segun su direccion; y al contrario, el peso 4 vá subiendo contra la suya. Con este artificio encuentra aqui el motór alguna disminucion en el gasto de sus fuerzas, y trabajo, ò de la potencia moviente. Y qual es la regla de esta ventaja?

La fuerza de el motór es al peso como el espacio andado por el peso, al espacio corrido por el motór. Si la resistencia, ò el peso 4 camina una braza, en tanto que el motór, ò la potencia 5 desarrolla, ò saca cien brazas de maroma de encima de la rueda 1, no será menester sino una libra en 5 para

ra hacer equilibrio con cien libras en 4.

Los Ingenieros, è inteligentes son dueños de multiplicar las piezas de este rodage, y de proporcionar los dientes de los piñones con los puntos de las ruedas, segun los diversos cálculos, y diferentes ventajas, que se propongan conseguir. Aquí solo pondremos tres ruedas, y nos contentaremos con dár à los piñones de las dos primeras, y al cilindro de la tercera un radio de tres pulgadas, à las tres ruedas un radio de treinta pulgadas, ò los dos piñones à 6 aletas, ò dientes, y à las dos ruedas punteadas 60 puntos à cada una: con esta proporcion harémos entender suficientemente la regla, que dará el lógro, y la ventaja con qualquiera otra disposicion.

Es certisimo, que la fuerza del peso de una libra, y algunas onzas puede hacer subir el peso de mil libras, con tal, que corra un espacio mil veces mayor, que el que anda el peso, y que reitere en cada punto el esfuerzo de una libra con algun poco de exceso. De éste modo la suma del impulso, y acciones, que ha puesto la potencia en su camino, se halla igual à la resistencia, y à sus fuerzas: esto es lo que ideamos calcular con la disposicion de las ruedas 1, 2, 3. (Fig. 19.)

Los rayos de los piñones, que tienen tres pulgadas, no siendo con sus circunferencias,

cias , sino la decima parte de las 30 pulgadas de los rayos de las ruedas , y de sus circunferencias , mientras la rueda 3 , y su cilindro dén una vuelta entera , el piñon de la rueda 2 , y esta misma rueda 2 , darán diez vueltas ; porque solo despues de la decima vuelta llegará el piñon 2 (que por tener solo 6 dientes , puede unicamente mover otros 6 de la rueda 3) à acabar de encontrar todos los puntos de esta ultima rueda , siendo como son 6 veces diez sesenta. Y mientras la rueda 2 dé sus diez vueltas , habrá igualmente encontrado diez veces en cada vuelta los 6 dientes del piñon 1. Si para dár una vuelta la rueda 2 se piden 10 à la rueda 1 , es preciso, que ésta dé 10 veces 10 , ò 100 , mientras la rueda 2 diere 10 , y que la rueda 3 dé 1 ; de suerte , que si la potencia estuviera aplicada sobre el piñon de la primera rueda , correría un espacio cien veces mayor que el peso ; pero como está aplicada à la circunferencia de la rueda , que es 10 veces mayor que la de su cilindro , correrá un espacio 10 veces mayor , y por consecuencia mil veces mayor que el espacio corrido por el peso ; pero la proporcion de los espacios corridos establece la proporcion inversa de las potencias : luego si la potencia pequeña corre mil veces mas camino que la grande , un niño, con la fuerza equivalente à una libra , y un

tanto mas, hará subir un tonel de agua, que pese mil libras.

El Gato.
Fig. 20.

El provecho, que se ha sacado del rodage, sugirió al hombre en sus necesidades variedad de aplicaciones igualmente felices. De todas las especies de molinos, ò tornos, como los engeños, (***) para mover los asadores, (***) las debanaderas, los molinos para acuñar la moneda, y otras máquinas sin numero, una de las mas cómodas, y mejor ideadas para casos imprevistos, es el Gato. (***) Consiste, pues, esta máquina en una caja de dos pies de larga, seis pulgadas de ancha, y quatro de gruesa: la caja contiene el rodage, que luego diremos: por fuera solo se descubre una cigüeña, manubrio, ò manigueta, con su recodo ácia lo alto de uno de los lados anchos de la caja, y una media luna, ò la extremidad de una lamina punteada, que sale por la parte superior. La cigüeña se afirma interiormente al centro del piñon, ò rotula 1, que tiene quatro dientes, los quales entran, y se ajustan en los puntos de la rueda 2 para hacerla andar. Esta rueda tiene otro piñon de quatro dientes. Una la-
mi-

(**) O ingenios.

(**) O espetos.

(**) El perfecto Artillero Julio Cesar Ferrufino llama à esta máquina, ú otra casi del todo semejante, *Martinete*: vease pag. 51. B y 52. B. edicion en folio. Pero en Bilbao, Cadiz, y otros Puertos de Mar, &c solo le dán el nombre de *Gato*, reservando el de *Martinete* para las Herrerías en que se fabrica el hierro, ò el cobre, y para la máquina con que se clavan estacas.

mina de hierro, 3, con dientes semejantes por toda su longitud, ò dientes à modo de sierra, aplicada sobre la rueda 2, presenta, y ofrece sus dientes à los dientes del piñon 2: luego que se empiezan à jugar la cigüeña con su piñon, caminan la rueda, y el piñon segundo, y por consecuencia camina tambien la lamina ajustada aqui perfectamente. Jamás se olvida el conductor de un carruage público de meter esta máquina en el pesebron de su Coche, ò en el cofre que lleba. Conduce muchas veces Señoras, ù otras personas sin fuerza, ni industria alguna: sucede, que se atolla una de las ruedas en algun pantáno, ò se rompe, y desbarata, cómo la lebantarà, ò cómo meterà el ege en otra rueda nueva, que prepàra, sin que necesite descargar 3000 libras, que lleva de provisiones, y peso? Toma el Gato, y sin otro socorro emprende, y consigue introducir el ege en la rueda, y poner todo el carruage en la situacion conveniente para que prosiga su viaje. Para este efecto, pues, pone la caja de modo, que estrive en tierra firme, ò en algun madero, que resista: presenta el un cabo de la lamina, que está por aquella parte algo ancho, socabado, y corbo en figura de media luna, à la parte del ege mas cercana à la atollada: en este caso no puede salir la lamina de su pequeño alojamiento, sin que el ege, y la carga de 3000 libras, y aun mas, suban

tambien , porque la cigueña no puede andar sin elevar la lamina , y por consecuencia quanto encuentre en el camino , que lleba. Pero en dónde hallará este hombre las fuerzas para hacer andar con tanto peso sobre la máquina la cigueña , que la juega , y para vencer tan estraña resistencia ? Este tal puede muy bien poner la fuerza equivalente à 60 libras, y aqui no le son necesarias sino fuerzas como 30.

El peso de dos, ò tres mil libras del carruage hace la presion sobre la lamina , y llega à hacerse sentir en el piñon de la rueda 2 : demos al semidiametro de este piñon la decima parte del semidiametro de la rueda : la mano del motor , aplicada à la circunferencia de el piñon 2 , experimentará todo el peso ; pero aplicada à la circunferencia de la rueda 2 , hallará una resistencia diez veces menor ; y bastaría emplear fuerza igual al diezmo de la carga ; pero la mano trabaja sobre la cigueña , que es por sí sola mas larga que el radio de la rueda : con que esta mano sentirá alli unicamente la decima parte de la presion , y resistencia , que hallaría , si se aplicáse à la circunferencia de la rueda , siendo el semidiametro del piñon 1 , solo la decima parte del brazo de la cigueña : porque la mano , puesta en la empuñadura de la cigueña , está diez veces mas distante del punto de apoyo , que lo está la circunferencia del piñon

ñon 1, que se encaja en los puntos de la rueda.

Siendo, como son aqui, los rayos de los piñones el brazo pequeño de la palanca, y los rayos tanto de la cigüeña, como de la rueda, el brazo mayor, y haciendo oficio de tales, el peso, que exerce una resistencia de 100. libras sobre la lamina dentada 3, no ejercita sino la decima parte de ciento, ò una resistencia como diez libras en los puntos de la rueda; y en fin, la decima parte de 10; esto es, como una libra sobre la cigüeña: con que la lamina de nuestro Viajero no tiene en este caso de cien libras, que estriban sobre ella, que vencer, sino el peso de una libra, ni que emplear, sino la fuerza equivalente à este peso para hacer oposicion à la carga de cien libras. Si la lamina encuentra la resistencia de mil libras, solo la fuerza de 10 en la cigüeña las pondrán en equilibrio: y 20 ejecutarán lo mismo con 2000, y con fuerzas equivalentes à 30 dominará las 3000. Y si fuere necesario doblar la fuerza, y oponer à la resistencia una fuerza de 60 libras, lebantarà el ege, y le sacará del nivél, aunque traiga 6000 libras de peso consigo. Restablecida la rueda, y puestos en libertad nuestros Viageros, se buelve el Gato à embarazar solo el rincon del cofre. El Cochero no se halla fatigado, ni le

cor-

corre una gota de sudor, hace señas à sus Caballos, y pone en marcha el carruage.

Si queremos examinar al presente la resistencia del peso, y la fuerza del agente en quanto à los espacios, que corren, hallaremos, que la mano debe hacer cien veces mas camino que la lamina, que lebanta la carga: porque la lamina 3 eleva uno de sus dientes sobre un diente del piñon 2, y el camino de la una es el mismo que el de la otra; pero un punto de la rueda 2 camina diez veces mas, ò atraviesa un espacio diez veces mayor que el diente del piñon 2. Además de esto los puntos de la rueda, que se vé con ellos, no caminan sino llebados por otras tantas aletas, ò dientes del piñon 1, y si hay 20 puntos en la circunferencia de la rueda, el piñon 1 no los acabará de pasar, sino ingiriendo en ellos cinco veces sus quatro dientes: con que mientras aquella circunferencia dé una buelta entera, dará el piñon cinco: porque encajar una vez 20 puntos de igual distancia uno de otro, ò mover quatro con la misma distancia entre sí cinco veces, viene à ser caminar lo mismo unos que otros: luego el espacio corrido por la circunferencia de la rueda 2, es igual al que corre el piñon 1. Pero mientras el piñon 1 dá cinco bueltas, la cigüeña, que es diez veces mas larga, correrá diez veces mayor espacio: con que la mano, que

que la mueve , andará diez veces mas camino que el piñon 1 , y que la circunferencia 2 ; y como la circunferencia 2 camina diez veces mas que el piñon 2 , y que la lamina 3 , la mano corre cien veces mayor espacio que la lamina , y que el peso que levanta : y así , es necesario , que en donde éste resista con cien libras en la extension de una pulgada , reitére la mano el esfuerzo que hace de una libra en la extension de cien pulgadas : con que la suma de las fuerzas , que pone , es igual à la suma de las resistencias que hace el Coche en un espacio cien veces menor : por esta causa corriendo la mano tres mil pulgadas , hace facilmente equilibrio con la resistencia , que corre 30. Y si egerciendo , como puede , con facilidad la fuerza de 30 libras , que forma el equilibrio con un peso de 3000 , añade una libra , ò un ligero esfuerzo con que exceda la accion de 30 , vencerá sin duda hasta lebantar las 3000 libras à 30 pulgadas , ò dos pies y medio de altura , y el peso subirá mas , si continúa la accion.

Asimismo se ha aplicado felizmente la combinacion de las ruedas à otra infinidad de usos , y à las mas de las necesidades de la vida , como à hacer andar muelas , cilindros , y mazos. De esto se sirve el hombre para moler el trigo , para cortar madera , aserrar piedra ,
re-

reducir à polvo la materia de que se compone la polvora, quebrantar, y deshacer las cortezas de las encinas para adobar los cueros, dejandolos impenetrables al agua, machacar el hieso, batanar los paños, moler los trapos para el papel, y las cañas para exprimir, y sacar el azucar, y para otros usos sin numero. El principio, y adelantamiento de la mecanica son los mismos en toda especie de invenciones, è ingenios; y aunque la estructura de las máquinas se diversifica sin termino, se manifiesta en esto aun mas clara, la fecundidad de las idéas del hombre, y el fondo insondable de su diligente destreza, que consiste principalmente en triunfar de los mayores obstáculos con una accion endeble, y diminuta, y en substituir animales, y elementos que la suplan. Mientras el hombre se empléa en sus ocupaciones, encamina à sus negocios, ò toma el sueño, y descanso necesario, un Caballo infatigable, el peso del ayre, el soplo del viento, la corriente de las aguas, y aun el fuego mismo, le sirven, y hacen trabajar sus máquinas. Encuentra luego que buelve, ò su almacén colmado, ò su trigo molido, pronto para que lo ciernan, hiñan, amasen, y cuezcan. Todo el trafago, y abasto de las mas populosas Ciudades se reduce al servicio de los animales, y de las máquinas, è instrumentos,
que

que trabajan à las ordenes de el hombre, y por servirle.

Dos especies, ò suertes de hombres intervienen en estas obras, los Ingenieros, ò Maestros, que las dirigen, y los Oficiales, que las ejecutan. Los primeros no se contentan con medir, y comparar los respetos, relaciones, y correspondencias de las palancas, y espacios, que corren. Saben, que todos los cuerpos son mas, ò menos escabrosos, y que en las frotaciones de los unos contra los otros se hallan altos, y bajos, concabidades, alturas, salidas, entradas, y como una especie de chaos: que todo esto resiste, y dificulta el pasage, al modo que los dientes de una sierra resisten al impelerlos, y frotarlos con los dientes de otra; que sucede lo mismo en todos estos impedimentos, que en los obstáculos, barrancos, simas, y ribazos de un camino mal calzado, y desigual; que si se halla por medio de un cálculo muy verosimil, que estos hoyos, y altivajos, acumulados, y reunidos en la extension de una legua, equivalen al valor de 66 toesas de altura perpendicular, que se suponen tendrian los Caballos que vencer en esta legua, se deduce necesariamente ser estas frotaciones una fuerte, y manantial perpetuo de estorvos, ò de diminucion de utilidad en las mecánicas. Parece, pues, admirablemen-

te en estos grandes Maestros; como un M. Belidor, preveerlo todo, calcularlo todo, y determinar con la exactitud mas arreglada estos respetos, y las pérdidas, y ganancias de la potencia. Su Arquitectura hydraulica puede poner muy bien à los estudiosos, aun en el camino de la invencion.

Los Oficiales tienen otro mérito, que se reduce à seguir el modelo, que les dán, ò à imitar una máquina conocida, tomandola por máxima fundamental de su conducta, juntando siempre à la fidelidad de la imitacion una delicadeza grande, procurada con la mayor solicitud: medio unico para dárles à las piezas la cantidad justa de movimiento, que se requiere, y para prevenir los errores de cómputos, que suelen provenir por razon de lo aspero del contacto, y frotacion.

En lugar de un discurso dilatado à cerca de las máquinas mas practicadas, y de los diversos instrumentos de las Artes, me limeto al presente à hacer la enumeracion de las piezas principales de variedad de Molinos, proponiendolas, y representandolas en sus figuras. No será necesario hacer comparacion de las quatro palancas de mas de 30 pies cada una, que componen las quatro alas, ò aspas de un Molino, con la palanca de cosa de tres pies, y algunas pulgadas à que se estiene el radio de la muela, ò piedra, puesta en

en equilibrio sobre su eje ; ni tampoco será necesario comparar los espacios corridos de una , y otra parte , pues en todas , el principio es uno mismo.

— En la ejecución de la mayor parte de estas figuras hemos sido felizmente ayudados por M. Leandre , Artesano Sueco , gran Delineador , y Embiado por la Corte de Stokolmo para sacar los planes de las manufacturas , invenciones , y establecimientos mas singulares de Francia ; lo qual se le permitió en este Reyno sin restriccion alguna , y sin zelos. Este Oficial nos franqueó libremente hasta cinquenta diseños muy naturales , y propios , entre los quales no hará armonía el que escogiesemos las máquinas mas ordinarias. Estas son demasiado ingeniosas , y muy comunes para mirarlas por encima solamente , por defuera , y aun desde muy lejos , como no pocas veces sucede.



LOS MOLINOS DE TRIGO. (**a)

EL MOLINO DE AGUA. (**b)

CONVERSACION TERCERA.

Fig. 1
Los Molinos.
nos.

- A El plano de la rueda.
 B El ege.
 CCC *Alabes* (**c) puestos segun el grueso, y transversalmente en la circunferencia de la rueda para recibir el impulso del agua en la superficie.
 D Compuerta, la qual es de madera, se levanta para dejar pasar el agua, y se baja para detenerla, y represarla. La compuerta se debe poder parar en el punto, que se quiera, por medio de alguna clavija, ò estaca.
 E El agua detenida à una altura suficiente, para que con su precipitacion, y caída por la canal FF lógre mayor impulso en los alabes, ò planchas inferiores, que encuentra,

(**a) En quanto à los nombres respectivos, que iré dando à las piezas de los Molinos de polvora, granos, y papel, he tomado informe en Toledo, Murcia, Valencia, y esta Corte, valiendome en todas partes de las personas mas inteligentes, y exactas, que me certificaron de todo, habiendo ido por sí mismas à informarse, con la mayor menudencia, del oficio de las piezas, figura, materia, y nombre.

(**b) Si el Molino de agua tiene perpendicular la rueda, se llama Hacaña.

(**c) Son unas tablas, ò planchas de madera.

tra, y arrebate los rayos, que hacen andar el ege.

a La misma rueda, vista de perfil con sus alabes. Esta rueda tiene cosa de 16 pies de diámetro, contando hasta la mitad de los alabes.

b El ege: este tiene cosa de 18 pies de largo, y 18 pulgadas de diámetro con corta diferencia. c c c Los alabes.

d d Las puentes, (**a) que sostienen el ege, y son de pulgada y media de diámetro.

c La rueda de puntería, (**b) que tiene quatro pies de radio, y 48 puntos, (**c) que son unas clavijas introducidas perpendicularmente en el plano de la circunferencia para asir, y mover los balaustres (**d) de la linterna.

f La linterna, que tiene como pie y medio de diámetro, compuesta de dos planos, (**e) que la terminan arriba, y abajo, y de 9 balaustres, ò usillos, que forman su circunferencia, y la atraviesa un ege de hierro g, cuyo gorrón, ò espiga estriva en la pieza de madera h, y sostiene la muela superior: esta pieza de apoyo se llama puente. (**f)

i La

(**a) Tambien se llaman *Paillares*.

(**b) A esta rueda le dán el nombre de *Entruesga* en algunos Molinos.

(**c) A estos puntos les llaman tambien *Peñazos*.

(**d) En varios Molinos les llaman *Usillos* à estos Balaustres.

(**e) A estos planos cóncabos, que tiene la linterna arriba, y abajo, les dán el nombre de *Rodillos*.

(**f) Esta puente tiene un agujero en medio, à que llaman *Bore*, en el qual se mete una tablita de Encina, ò madera sólida, à que llaman *Rangua*.

i La caja en que están las muelas, ò piedras. (**a)

Los Molinos de agua, ò se fabrican en tierra, en parte determinada, opuestos al hilo de la corriente, y siempre estables, ò se hacen movibles, y colocados sobre barcos chatos, ò pontones. Estos tienen su rueda directamente opuesta à la corriente mas velóz, y mas violenta de el agua. Para hacer andar à los que son estables, se vá represando el agua, por medio de una compuerta, en un cáz hondo, y estrecho, para que acelerandose en la caída, y encerrada con violencia, la canal llebe todo el golpe de su fuerza sobre los cubillos, ò puntos de la rueda. Quando la corriente es suave, y el golpe endeble, se puede fortificar con la caída, dirigiendola ácia las partes superiores de la rueda, la qual, en este caso, se fabrica de menos diámetro, y poniendo cubillos en lugar de alabes; esto es, unas pequeñas concabidades en vez de tablones al rededor de la rueda, para que reciba mejor la impresion de el agua. Las fuerzas de esta agua se aumentan por la mayor velocidad, que logran, ò adquieren en la caída, y esta velocidad crece, segun la regla que yá V.m. sabe. (**b)

El

(**a) A esta caja le llaman *Tablones* en unas partes, y en otras caja de *Escudos*.

(**b) Vease el descenso de los graves, y la razon de este aumento en el *Espect. de la Nat. tom. IV, seg. part. Conv. VII.*

El Molino con alabes , fabricado en Fere, de la Provincia de Picardia , por la direccion de M. Belidor , puede molar en 24 horas 120 septiers del peso de 75. libras.

Fig. 2. El Molino de viento sin proporcion alguna observada en las piezas. Este es como el primer diseño del conjunto , que se irá ilustrando. ABCD Las aspas. E La rueda punteada. F La linterna. G. El ege. H El tejuelo. I La muela superior , ò que dá bueltas , à quien llaman corredera , puesta como en equilibrio sobre el ege de hierro. K La muela yacente , ò inmoble , à la qual llaman piedra de asiento. (**a)

Fig. 3. El Molino , ò Tahona , que se anda à fuerza de brazos. A Palanca larga, (**b) que aplica el motór : el motór puede ser , ò un solo hombre , ò muchos , ò un Caballo, Buey , &c. La palanca , ò bigarra puede ser tambien dupla , ò quadrupla , y formar lo que se llama una *labor* , para recibir muchos Caballos , y hacer andar muchos Molinos à un tiempo. B La rueda puesta horizontalmente con sus puntos , ò clavijas encajadas , no sobre el plano , sino exteriormente, y en la circunferencia de las llantas , ò pinas. C La linterna. D La puente , ò tejuelo. E El ege de hier-

(**a) A las muelas les llaman en muchas partes solamente *Piedras*.

(**b) A esta palanca la llaman tambien *Bigarra*.

hierro. F La caja, ò tablones en donde están las piedras de moler.

Fig. 4. Corte de la tolba, y tablones, ò caja que encierra las piedras. A La tolba, en la qual se echa el trigo. B La canaleja, que es un conducto pequeño, inclinado para recibir el trigo, que se desliza, y escapa por el orificio inferior de la tolba, y dirigirse al cuello, ò ojo de la muela superior. C El ege de hierro, el qual siendo quadrado, no puede dár la buelta sin tropezar por sus quatro esquinas con la extremidad de la canaleja, la qual se aparta al pasar la esquina, ò ángulo, y buelve à ajustar con el plano, haciendo estos pequeños sacudimientos, è impulsos retemblar la canaleja, y escurrir ácia la muela el trigo de la parte inferior de la tolba, y sucesivamente el de la superior, por no hallarse yá sostenido. D La piedra movible. (**a) E La piedra inmoble. (**b) F La puente. La linterna, el ege de hierro, y la piedra superior todo está unido, y camina de compañía. El ege atraviesa la piedra, ò muela inferior, y juega libremente en ella. Entre las dos muelas hay una pequeña distancia: no obstante no se tocan una à otra; y para que la revolución de la superior quede mas libre por

la

(**a) O *Corredera.*

(**b) O *Piedra de asiento.*

la diminucion de las frotaciones, se termina la barra de hierro en punta, y no toca sino con la espiga, ò gorrón al tejuelo que la sustenta.

Los Molineros, ò Tahoneros son dueños de acercar las muelas una à otra, yá mas, yá menos, segun quieran, y conduzca para sacar la harina mas delicada, ò mas gruesa. En la figura 4 se ha representado la distancia de la corredera, ò muela superior D à la inferior, ò muela de asiento E, no segun la exacta proporcion, sino de un modo, que haga sensibles las superficies interiores de estas dos muelas. La muela, ò piedra inmóvil E forma un cono, cuyo relieve, desde los bordes hasta la punta, es de nueve líneas perpendiculares: y la piedra corredera D forma otro socabado, cuya concavidad es de una pulgada: las dos piedras se hallan tan cercanas entre sí ácia las orillas, que no interviene allí mas distancia que la precisa para no tocarse una à otra. De estas medidas, que acabamos de dar al relieve de la piedra inferior, y à la concavidad de la superior, se sigue, que la distancia de la una à la otra vá poco à poco aumentandose, de modo, que llega à ser ácia el centro de tres líneas, y algunos puntos mas. Añadamos à estas medidas tan delicadamente tomadas, las que se dán à la puente, para hacer de este modo conocer

La accion
de las muelas.

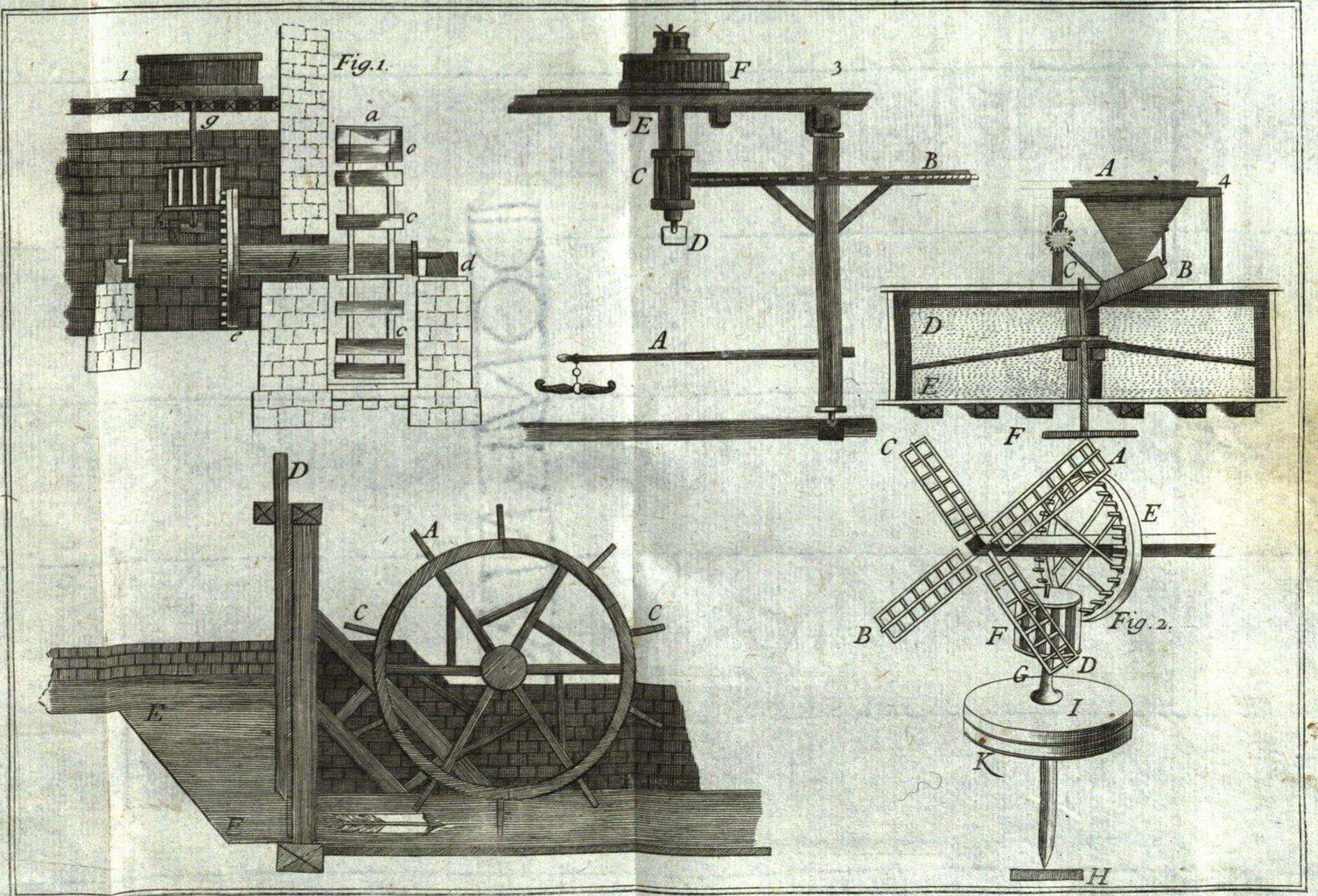
por ellas el uso de las precedentes. La puente es una pieza de madera de medio pie de ancha, cinco pulgadas de gruesa, y nueve pies de larga entre los dos apoyos, ò agujas, en que estriva la parte misma. Siendo la muela de 4000 libras de peso, ò un poco mas, la linterna, y el ege de hierro de mas de doscientas, es preciso, que la puente cediese, à causa de su longitud, debajo de un peso tan enorme, y se combase, formando un arco concabo. Pero no descuidó de este inconveniente el Inventor, pues en efecto, de las medidas, que se tomaron para todo, proviene el fin, y felicidad de la invencion. El trigo, que la piedra corredera arroja desde el centro ácia el medio del cono, en que le desmenuza, y deshace, y la harina, que impele ácia las orillas, se aceleran rodando sobre un plano inclinado, y adquieren una virtud centrifuga, que tiende, y se encamina mas, y mas à evitar la linea circular para dirigirse, y huir por una linea recta, tangente del circulo. El trigo, que vá cayendo por una parte, en que halla juego, y movimiento, egercita mas libremente su accion, que el que vá entrando en un lugar mas estrecho; y lo mismo le sucede à la harina, que tambien se mueve con mas libertad ácia el centro, que ácia las orillas en que se vé mas oprimida, y estrecha. Con que es necesario,

rio, que el trigo, que cae, se amontone sobre el que se vá desmenuzando ácia la mitad del rayo, y que la harina todavia groseramente molida, se acumule, y concurra ácia las orillas, en que se reduce à polvo perfectamente. De este modo ayuda la piedra à amontonar todo el material, que le ván subministrando, y conduce sin intermision una parte sobre otra; y hallando consiguientemente mas resistencia, estriba en la misma harina, que junta ácia aquellas partes; pero como no cése de andar, es preciso, que suba algo, para poder pasar por encima. Este monton, ò conjunto de harina viene à ser como una especie de cuñas, que lebantan la piedra corredera. La puente, para quien esta elevacion de la piedra, ò tendencia à lebantarse es alivio, se lebanta tambien à causa de su elasticidad natural: recobra su linea recta, y acaso pasa de un arco cóncavo, à formar arco convexo: de este modo ayuda al ege, y à la rueda à subir algo, y à obedecer sin interrupcion al movimiento circular, que los domina. Todo el peso de la piedra cae, y se hace sentir entonces, no sobre la puente, sino alternando, yá sobre el trigo, y yá sobre la harina. Quebrántase el trigo, y atenuase la harina; con que la piedra buelve à caer, y la puente se buelve à doblar ácia abajo: y de esta manera se hallan tres movimien-

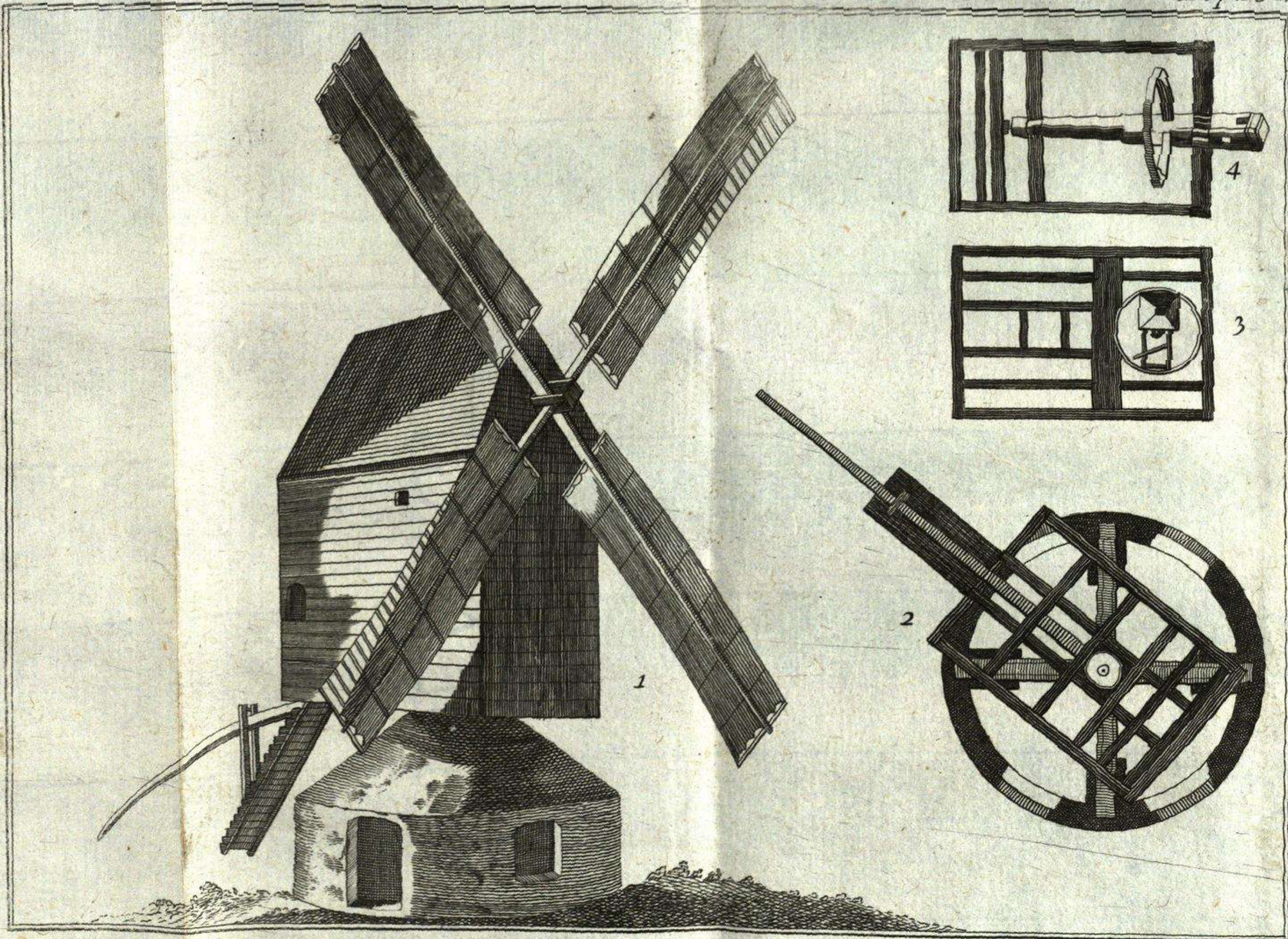
tos diversos en la piedra, el uno circular, y continuo, y los otros dos alternativos, que consisten en subir, y bajar. Por esto oímos à la muela, yá cascar, y deshacer en silencio el monton, que se espesó, y que atormenta con su peso, y movimiento, yá hacer ruído, retumbando ácia las orillas sobre la harina, que se escapa por la muesca, y abertura de la piedra de asiento, desde donde vá à parar à la talega, ò saco del Molinero, ò à un cedazo à modo de manga, que dá bueltas al rededor de la Tahona, separando al mismo tiempo el salvado de la flor de la harina.

No sabemos quién fué el Inventor de ésta máquina ingeniosa, que se ha conservado con la fiel imitacion de su idéa, seguida por la dilatada sucesion de los siglos; pero acaso sin haber sido conocida, y penetrada del todo. M. Belidor fue el primero, que instruyó en esta razon al público, y para verificar la realidad hizo apuntalar la puente de su Molino de Fere, con lo qual, perdiendo esta pieza de madera su movimiento de vibracion, se halló la piedra corredera reducida à un movimiento circular, sin elevacion, ni caída, y la harina salió tan basta, que ni aun se podia computar con los salvados, quedando el trigo desquartizado unicamente.

Fig.



Los Molinos.



Molino de viento armado, y vestido.

Fig. 1. El Molino de viento con sus aspas, dibujado por M. Leandre.

El Molino de viento armado, y vestido.

Fig. 2. Plano del cimientó, del primer alto de la escala, y de la guía.

Fig. 3. Plano del segundo alto, en que se representan las muelas, y la tolba.

Fig. 4. Plano del tercer alto, en que está el ege, y las aspas con el rodezno, ò rueda punteada.

Fig. 1. La armazon del Molino de viento, visto de cara.

El Molino de viento visto de cara, y de perfil.

Fig. 2. El Molino de viento, visto de perfil.

En una, y otra figura se distinguen los tres altos. Debajo del primero está aquel ege, ò arbol grande, que con la ayuda de asientos, ò sustentáculos de cordages, y ataduras, de tornapuntas, y pies derechos, que le sostienen, lleva todo el cuerpo del Molino dando buelta, segun se quiere, que presente aspas, ò velas al viento, conforme el curso que trahe, y el parage de donde sopla. La guia del Molino, con su escala, impelida por solo un hombre, ò tirada con la ayuda de algun torno, ò ingenio, hasta para poner al arbol, y aspas segun pida la direccion del viento.

En el primer alto, ácia el tercio de su carpintería, al lado de las aspas, se vé la aguja, (**), que lo sostiene todo, y sube hasta el

(**) A esta aguja la llaman *Madre*.

el segundo alto. Entre esta pieza, ò sustentá-
culo, y el frontis del Molino está el harinero,
colocado debajo de las muelas para recibir la
harina.

En el segundo alto está la caja, ò tablo-
nes, que circundan, ò cierran las muelas, la
tolba, y linterna ácia lo inferior de la rueda.

En el tercero está el arbol de las aspas,
la rueda, un aro que la abraza para dejarla an-
dar, ò detenerla, (**) y un ingenio para hacer
que caiga el trigo, recibiendo el movimiento
por el de la rueda punteada.

Excelencia
de esta in-
vencion.

La excelencia, y utilidad de esta máqui-
na consiste lo 1.º en el perfecto equilibrio de
la masa del Molino, que se sostiene, y juega
en el ayre sobre un simple gorrón, ò espiga.
Lo 2.º en la disposicion de las aspas para reci-
bir el viento. Lo 3.º en la proporcion de la
fuerza moviente con la resistencia de las mue-
las, y frotaciones.

Equilibrio
del made-
rage.

Para hacer caminar todo el maderage con
un perfecto equilibrio al rededor del gorrón, ò
extremidad del ege, se tiene cuidado de no
poner en medio la aguja, ò madre, que
dijimos. La enorme palanca de las aspas, y
el peso de las muelas se lo llebarían todo trás
sí ácia la parte anterior: pero la aguja,
que sirve de substentáculo, es mucho mas
pe-

(**) A este aro le llaman *Freno*.

pesada ácia la parte posterior , para que asi pueda formar el contrapeso. La relacion de sus piezas de madera se halla muy bien tratada en la Carpintería de Jouse , revista por M. de la Hire.

La libertad de las aspas , y del buelo de los lienzos , que las visten , depende de la inclinacion del ege al Horizonte , y de la inclinacion de la superficie de las aspas , respecto de su ege.

La mayor parte de los vientos , en lugar de formar con su carrera una linea paralela al Horizonte , hacen ángulo con él. Quando el viento es un poco fuerte , si se le opone la mano abierta , y à plomo , ò perpendicular al Horizonte , no siente , ni con mucho , la impresion del viento tan fuerte , como se puede sentir. Pero si continuando en tenerla abierta , se tuerce ácia atrás lo exterior de la mano , de modo , que se incline la palma ácia el Cielo , se experimentará mas fuerte el impulso , por hallarse en este caso la palma de la mano opuesta exactamente ácia el viento. Esta causa tan sencilla , y simple es la razon que hay para la colocacion de las aspas , como se vé en la Fig. 2 del Molino visto de perfil. Inclinado , pues , el ege sobre el suelo , ò pavimento del tercer alto de toda la máquina , se halla segun la di-

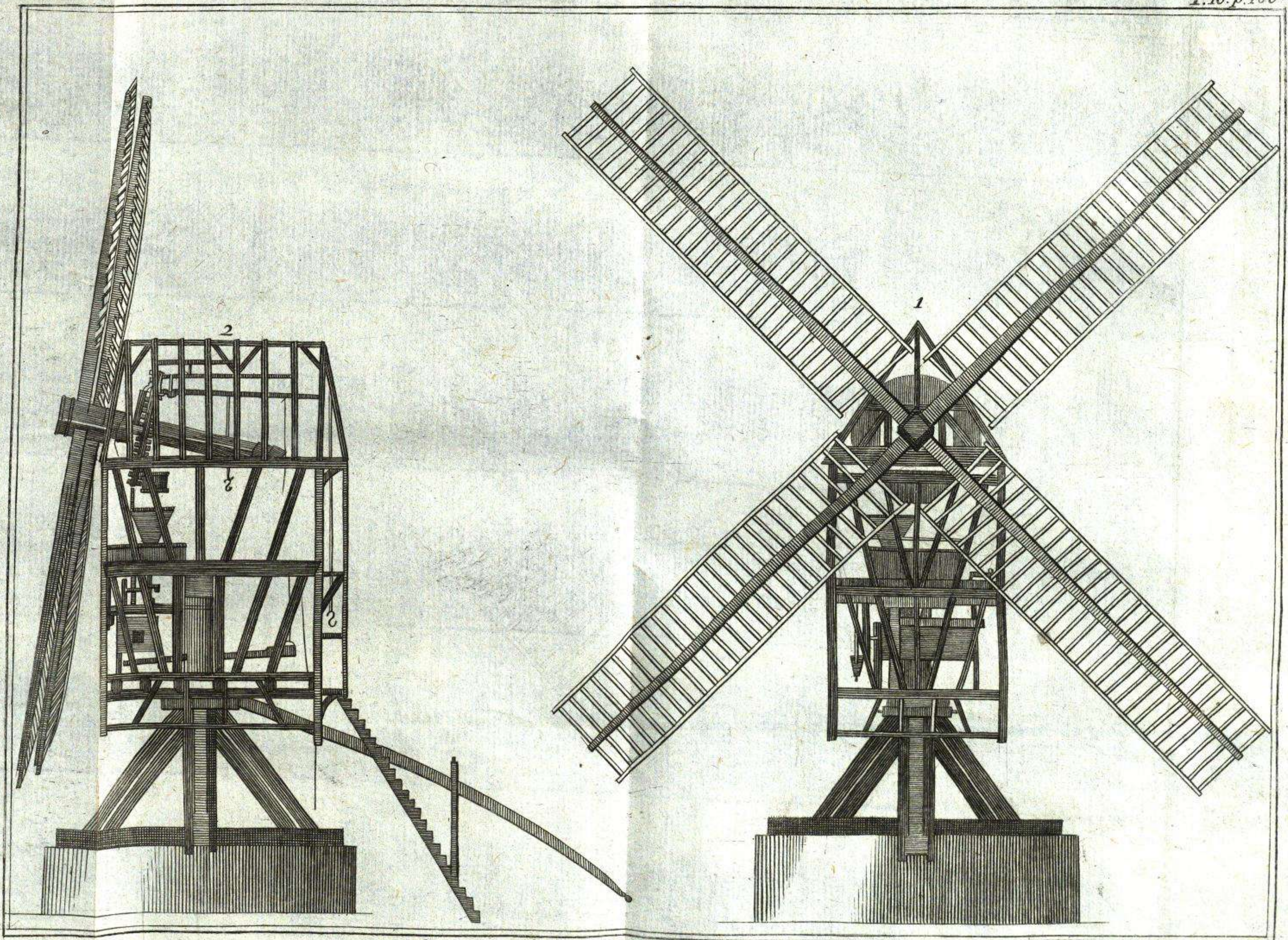
La disposi-
cion de las
aspas.

reccion del viento , y opuesta la superficie de las aspas à esta misma direccion.

Pero no basta , que el ege , que mantiene las aspas , esté inclinado al Horizonte ; requierese además de esto , que en lugar de hacer ángulo recto con el ege , la superficie de las aspas se aparte de él 18 grados por una parte , formando por la otra ángulo de 72 grados con el mismo ege. (**) Los Carpinteros, y Oficiales no siguen la perfecta uniformidad de estas medidas ; pero dejemos à parte las ganancias , ò pérdidas , que de aqui se siguen , y busquémos en pocas palabras la razon de esta obliquidad.

Si el viento llebára directamente sus oleadas sobre unas aspas , cuya superficie estubiese plana , y opuesta por medio de ángulos rectos à su direccion , no podría en este caso hacer que diesen buelta las aspas : porque la accion con que impeliere una aspa , quedaría destruída por la accion , que egercita el viento al mismo tiempo en la aspa opuesta. Y aun sucedería mas todavia , pues las dos porciones , ò partes opuestas de una aspa misma causarían semejante inconveniente , haciendo cara al viento à lo largo de cada brazo : de donde es , que el viento impelería à la

(**) Algunos ponen diverso este ángulo de inclinacion. Vea-se Vvolfo Maquin. tom. 2. probl. CLIII.



Molino de viento visto de oara y de perfil.

la izquierda, y à la derecha igualmente, y lo que ganáse, haciendo doblar los lienzos, y aspa ácia la izquierda, lo perdería, haciendolo doblar otro tanto impulso ácia la derecha. Con que pudiendo hallar esta resistencia uniforme en todas las quatro aspas del Molino, sería hacerle andar ácia atrás.

Demosles à estas aspas algunos grados de inclinacion; pero que esta inclinacion, que yo supongo en la una aspa de 18 grados ácia una parte, y 72 ácia la otra, respecto del ege, se continúe la misma en la aspa opuesta, y que de una, y otra parte miren à la tierra. En este caso, impeliendo el ayre la una aspa, la dispondrá à subir; y lo mismo egecutará con la aspa opuesta: y como no pueda subir la una, quando sube la otra, no es dable, que caminen, ni adelanten, y las dos acciones se destruirán mutuamente.

Pero si la una de las dos aspas opuestas, y paralelas al horizonte sepára su superficie algunos grados del ángulo recto, mirando à la tierra, y la otra mirando al Cielo, al dirigir el viento su accion contra la superficie, que se inclina ácia la tierra, la hará subir: è impeliendo tambien la superficie de la aspa opuesta, que halla inclinada al contrario, la hará bajar. De esta manera, la una accion, ayuda à la otra; y asi, si dos pa-

lancas empiezan à hacer ceder la muela, quatro, dispuestas con la misma arte, y precaucion, producirán un efecto duplicado.

Tal es el artificio sumamente simple del juego de las muelas, del equilibrio del made-
rage, y del camino de las aspas, ò buelo de las alas del Molino. En quanto à la cantidad de fuerzas, y resistencia, sea en los Molinos de agua, ò sea en los Molinos de viento, es materia contestada por los Ingenieros, y disputada entre los Sábios; y aqui no podremos decir en esta razon cosa con mas acierto, ni mas proporcionada, que lo que yá digeron MM. Mariotte, y Belidor.

○ Molino sobre una barca, ò pontón delineado por M. Leandre, teniendo à la vista los Molinos de París.

Fig. 1. Plano de un Molino de agua.

C El fondo de la barca.

I Las ventanas.

K Arbol, ò ege grande, que dá bueltas en esta máquina.

L Rueda punteada.

M Linterna mayor, unida al arbol pequeño, como tambien la rueda punteada.

O La linterna pequeña, que hace andar la muela.

Fig. 2. B Corte de un Molino de agua, segun la longitud.

C Borde del fondo de la barca.

D

V. el plán, y corte de un Molino puesto sobre una barca, ò ponton: y la elevacion del mismo Molino.

D Contravientos , ò madero inclinado entre otros dos , à modo de tornapunta.

E Techo.

F Postígo falso.

G Pasador , que asegura las piezas.

H Lo mismo.

N Hierro , ò especie de gorron , ò espiga , que sostiene la muela.

O La rueda con su puntería , que impele la linterna grande.

P La linterna pequeña.

Q La tolba.

R Campanilla.

Fig. 3. Elevacion de un Molino , fabricado sobre una barca , ò pontón.

D Tornillo.

E Pasador.

F Puerta.

G Puente.

H Aspas.

Fig. 4. B Corte segun la anchura.

G Puente.

I Arbol mayor.

K Rueda punteada.

L Linterna grande.

M Rueda con su puntería.

N Linterna pequeña.

O Cofre , en que se encierran los muebles.

P Tolba.

Q Cuerda de la campanilla.

R La campanilla.

S Pañol , ò almacén para el trigo.

T Limpiador.

X Adorno , ò corona de la cadena.

Y Harinero.

Z Cable para aliviar la muela , ò ponerla en proporcion con su rodaja , ò cabestrante.

Fig. 5. C Otro corte del Molino segun su anchura.

I El arbol mayor. (**)

K Rueda punteada.

M Otra rueda tambien punteada.

N La Linterna pequeña.

O Modo de picar la muela.

Todas las piezas, que se hallan en la mecánica de un Molino, se hallan asimismo en la elevacion , y en los cortes de un Molino levantado sobre una barca , ò pontón , y visto de diversos modos : al presente se pueden reconocer todas estas piezas , sin necesitar , que se noten con letra alguna : solamente se observará, que aqui hay una rueda , y un piñon mas que en los otros Molinos. La rueda es llebada por el arbol , al qual mueven las aspas , arrebatadas , è impelidas de la corriente. Esta rueda entra en un piñon grande , que hace andar à la rueda , cuyos puntos mueven la linterna, que hace andar la muela.

En

(**) Al arbol grande de las aspas le llaman *Macho* , y al menor *Remacho*.

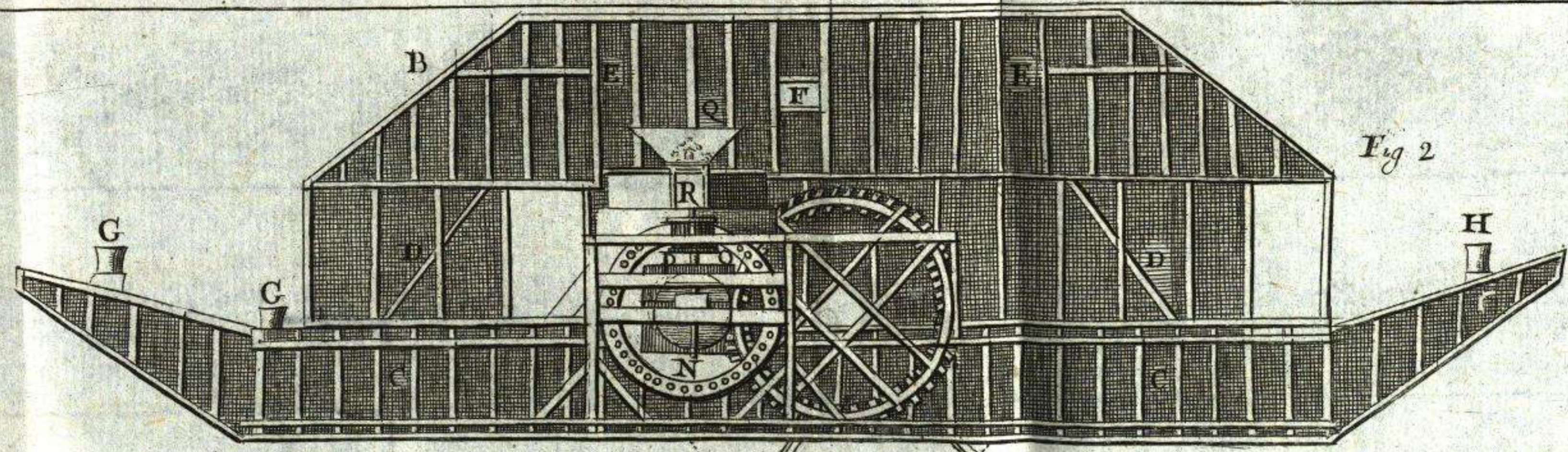


Fig. 2

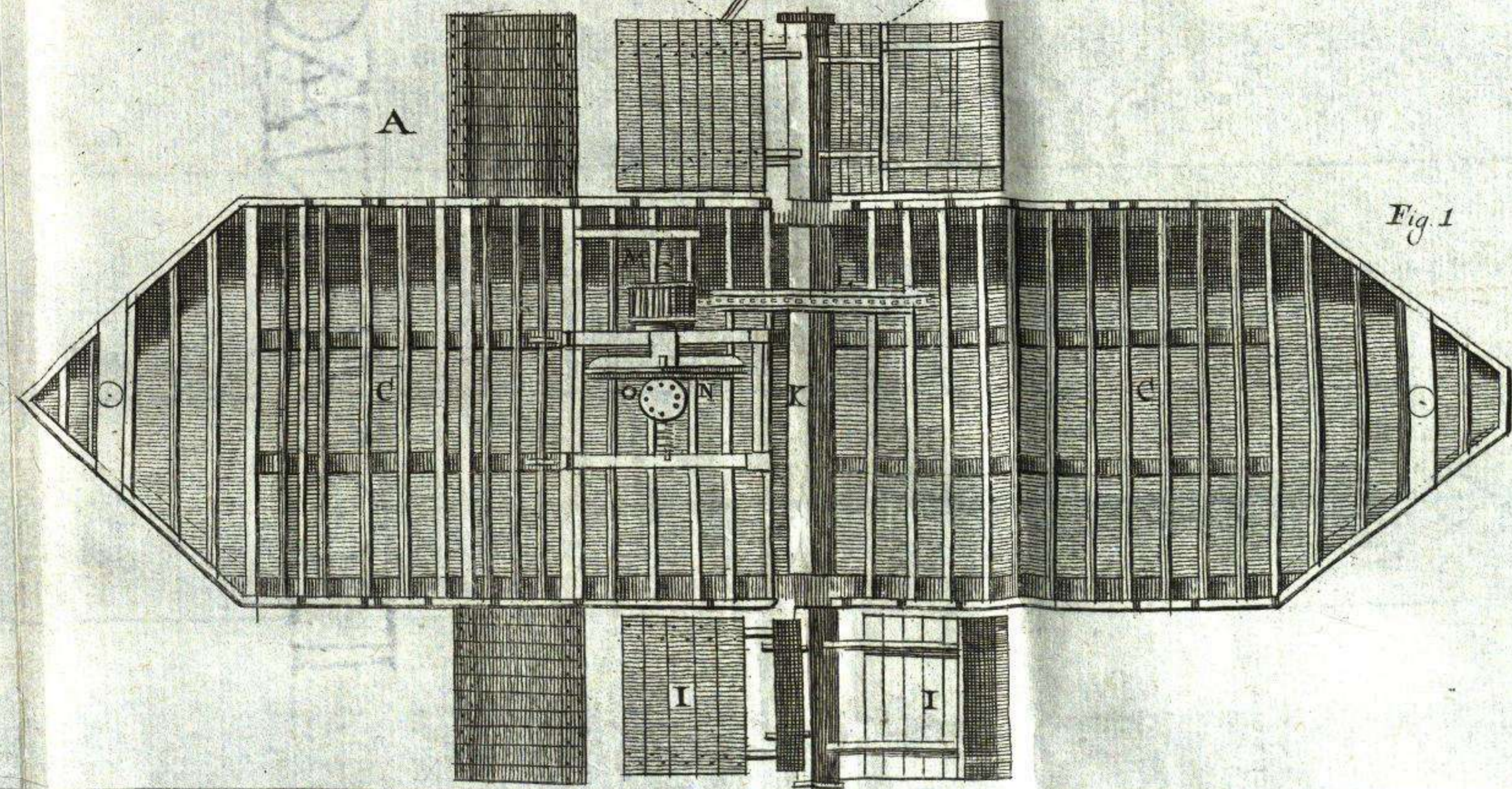
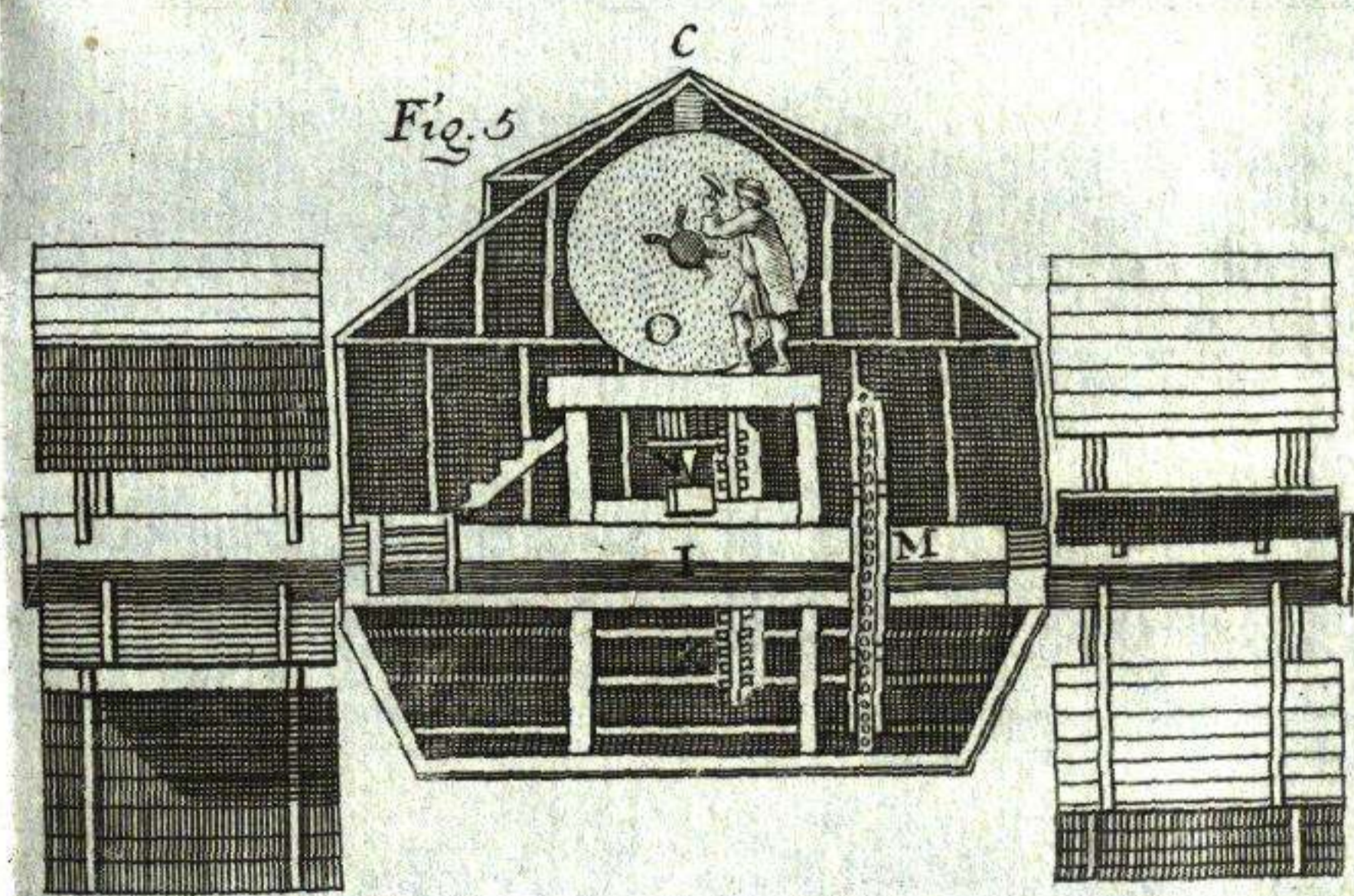
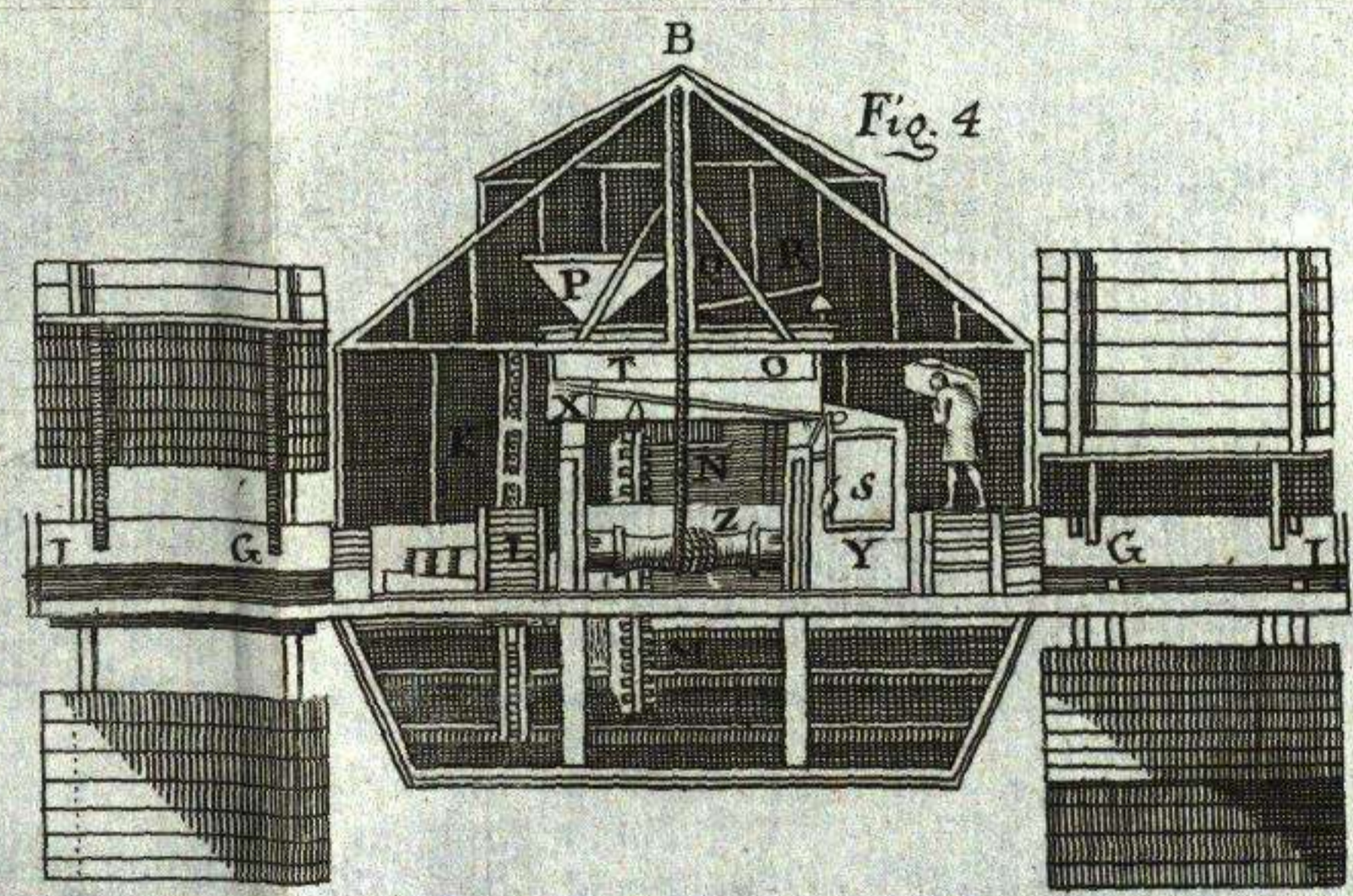
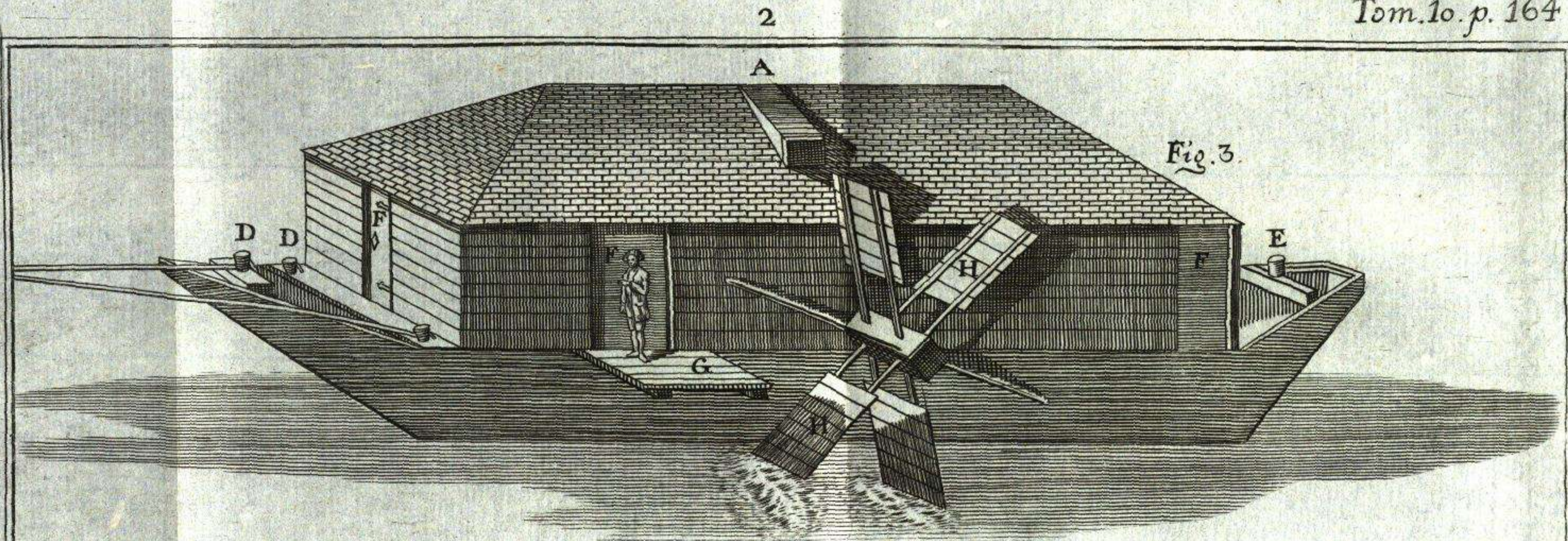


Fig. 1

Plan, y corte de un Molino, puesto sobre un barco chato ó ponton.



1 2 4 6 8 10 20 40 60 Pies.

Elevacion y Cortes de un Molino sobre un barco.

En el corte , que representa la parte posterior de la barca , se vé la muela superior desmontada para picarla: trabájo , que es necesario tomar de quando en quando , à fin de mantener algo áspera toda la superficie de la muela , que llega con el egercicio à quedar tan usada , y lisa , que lo mas que puede hacer , es quebrantar , y aplastar el trigo : por el contrario , la piedra picada con proporcion queda escabrosa , y adquiere otros tantos dientecillos , quantas puntas , y desigualdades le comunicó la piqueta: con que viene à ser como una lima grande , que desmenuza , y reduce à polvo quanto encuentra. Pero es de advertir , que como picando la muela una , y otra vez , se llega à disminuir su espesura , y por consecuencia el peso , para dárle el que conviene , y ponerla en proporcion para moler , se echa , y fija una plasta , ò pella de hieso , quando yá se reconoce notablemente disminuída.

La esquila , ò campanilla , que se vé al lado de la tolba en el corte del barco , mirado segun su longitud , está en el ayre de modo , que no puede sonar , permaneciendo en esta situacion sujeta por una cuerda , que cuelga de la orilla de la tolba , y llega hasta el fondo de ella , comprimiendola el peso , y masa de trigo , hasta que yá queda muy poco en la tolba. Quando está el trigo casi acabado,

bado, la cuerdecilla, que se vé yá sin prision, escapa, y deja la campanilla en su situacion natural, en la qual se vé el punto movida con el sacudimiento, y temblor de la tarabilla, canaleja, ò tolba, que la hacen continuamente sonar. El Molinero, advertido con este aviso, provee de nuevo la tolba del trigo, que le está pidiendo, de modo, que si no se hallára pronto à la señal, no encontrando la piedra corredera materia en que egercitar la eficacia de su frotacion, destrozaría la puente, arrastrandola hasta las orillas de la piedra de asiento, en donde la colusion la haría arrojar chispas con tanta abundancia, que pondrian presto fuego al maderage, y Molino.

El Molino para aserrar, dibujado por M. Leandre en Fere, y confrontado con las figuras de M. Belidor.

Fig. 1. Plano de la cueba (**) del Molino.

MN La rueda impelida con la caída del agua: tiene cinco pies, y una quarta parte de pie de radio, y su ege 16 pulgadas.

O la rueda punteada, que dá buelta sobre un mismo ege con la rueda sin puntos, encajando, è introduciendo los suyos en los ba-laustres de la linterna P por una parte, y por la otra en los de la linterna R. La rueda punteada tiene dos pies y medio de radio, y 32 puntos, ò dientes.

P

(**) A esta cueba le llaman algunos *infierno*.

V. el plán, y corte de un Molino, ò máquina para aserrar.

P Linterna , que dando bueltas hace subir , y bajar una cigüeña , asida à la lamina de hierro , que tambien hace subir , y bajar la sierra , siguiendo su movimiento.

Q La cigüeña vista de plano , la curbatura se hace sensible en la fig. 2.

R Otra linterna , que dando buelta con su ege, ò cilindro **S** , arrolla , y recoge un cordél , que acerca , y atrahe ácia la sierra el carro en que está puesta la pieza de madera , que se asierra ; y quando esta madera llegó yá à la extremidad , de modo , que tropieza , no sirve yá el cordél de modo alguno ; pero hay un Sobrestante de la obra , que arregle los movimientos de la pieza à medida , que se vá aserrando. Las dos linternas tienen cada una ocho pulgadas de radio , y ocho balaustres de dos pulgadas , y nueve lineas de diametro.

Fig. 2. Perfil de la anchura del Molino.

MN La rueda sin puntos.

O La rueda punteada.

P La linterna , que hace andar la sierra **T**.

Q Y La caja , ò corredera es una chapa de hierro , que por la parte inferior se afirma con un gancho à la cigüeña , y por la superior se afianza en **Y** por medio de un pasador al cabestrillo (**) inferior de la

(**) Cabestrillos se llaman en la sierra comun dos especies de círculos , que afirman la hoja con sus dientes à los codales , ò listones inferior , y superior.

la sierra. La cigüeña Q no está asida al ege, ò arbol, sino à la linterna P. La linterna, subiendo, y bajando, hace que la cigüeña dé media buelta ácia arriba, y luego otra media ácia abajo. Esta cigüeña juega en el gancho, ò asa de la hoja de hierro, ò corredera, y la hace, no solamente subir, y bajar, sino tambien ir, y venir de un lado, y otro, siguiendo los movimientos de la cigüeña misma.

T La sierra.

VX Larguero, que tiene la sierra, que sube, y baja en sus canales.

Z Rueda, que arregla los movimientos de el carro: todo esto es difícil de comprender, sin el auxilio de las figuras siguientes.

Fig. 3. Plano del Molino à raíz del suelo, ò planto ichnographico.

AB El tablado, ò pavimento.

ff, gg Dos canales en que entran las varas, ò angarillas, que unen las partes anterior, y posterior del carro, que conduce la pieza, que se debe aserrar, para que no solo baya abanzando, como el carro en que está, sino tambien para que no pueda vacilar, ni separarse un punto à la diestra, ni à la siniestra: de donde se sigue, que los dientes de la sierra trabajan siempre, siguiendo una misma linea.

Fig.

- Fig. 4. O** La rueda punteada.
R Linterna, que arrolla sobre su cilindro la cuerda, asida al carro.
r r Carro, ò angarillas, que lleban la pieza, que se necesita aserrar.
P Linterna, que hace andar la cigüeña, y la lámina, unida à la sierra.
I Sierra mas ancha por arriba que por abajo.
c b Vara de hierro de veinte y dos pulgadas, asida por una parte al gancho, ò asa (**) del cabestrillo superior de la sierra, y por la otra à una palanca movable, que sube, y baja con esta vara.
a c La palanca movable, unida à esquadra con el brazo g g.
g Brazo, ò pieza de madera, que vá, y viene sobre una clavija seis pulgadas encima de su union con la palanca a c.
d e Hasta, ò mango de madera de once pies, y seis pulgadas, que tiene en su extremidad e un hierro ancho à modo de pie de Cierva, para entrar en los dientes de la rueda herizada.
Z La rueda herizada, ò llarera de tres pies, y quatro pulgadas de diámetro, comprehendido el circulo punteado, que tiene 384 dientes, ò puntos ganchudos, al modo de garfios de llares, y cada diente tie-
- Tom. X.* **Y** ne

(**) En la sierra *Bracera* comun, la pieza, que equivale à esta se llama *Alacran*.

ne quatro lineas de ancho , y dos lineas y media de largo.

El ege de esta rueda hace andar dos lanternas de à diez pulgadas de diámetro , y ocho balaustres de diez y seis lineas de diametro cada uno : los balaustres se encajan en la puntería , ò dientes , que están debajo de las varas , que unen la parte anterior , y posterior del carro. Si la llarera pasa adelante , el carro , y la madera , que se asierra , abanzan igualmente. Si la rueda Z se detiene , la madera suspende tambien su camino.

Antes de explicar el juego de estas piezas , debémos notar , que el dia de oy , en lugar del brazo moviente g , se pone en esta máquina un ege de seis pulgadas de radio , que dá buelta sobre los muñones , ò puentes. A éste ege está invariablemente asida la palanca a c , de suerte , que si la palanca alza , ò baja , al ege le cabe la misma suerte. El mango e d está firme en lo inferior de este ege por medio de una visagra : con que si el ege dá buelta , subiendo con su palanca a c , encamina la visagra desde d ácia e , y el mango , ò hasta debe prolongarse al punto , è impeler un diente de la llarera Z. Si el brazo , ò el ege , rechazado con el descenso , y caída de la palanca c , llama ácia abajo la visagra , la hasta d e se dobla , recoda , y acorta. El pie de Cierva e debe , se-

gun

gun esto, recaer del lado de acá de otro diente de la llarera. Una especie de tarabilla permite à la rueda Z dár bueltas ácia el un lado; pero enganándose, ò asiéndose en los dientes de garfio de la rueda, la impide à dár bueltas ácia la otra parte. Yá al presente se puede comprehender la comunicacion de el movimiento, y el efecto que causa.

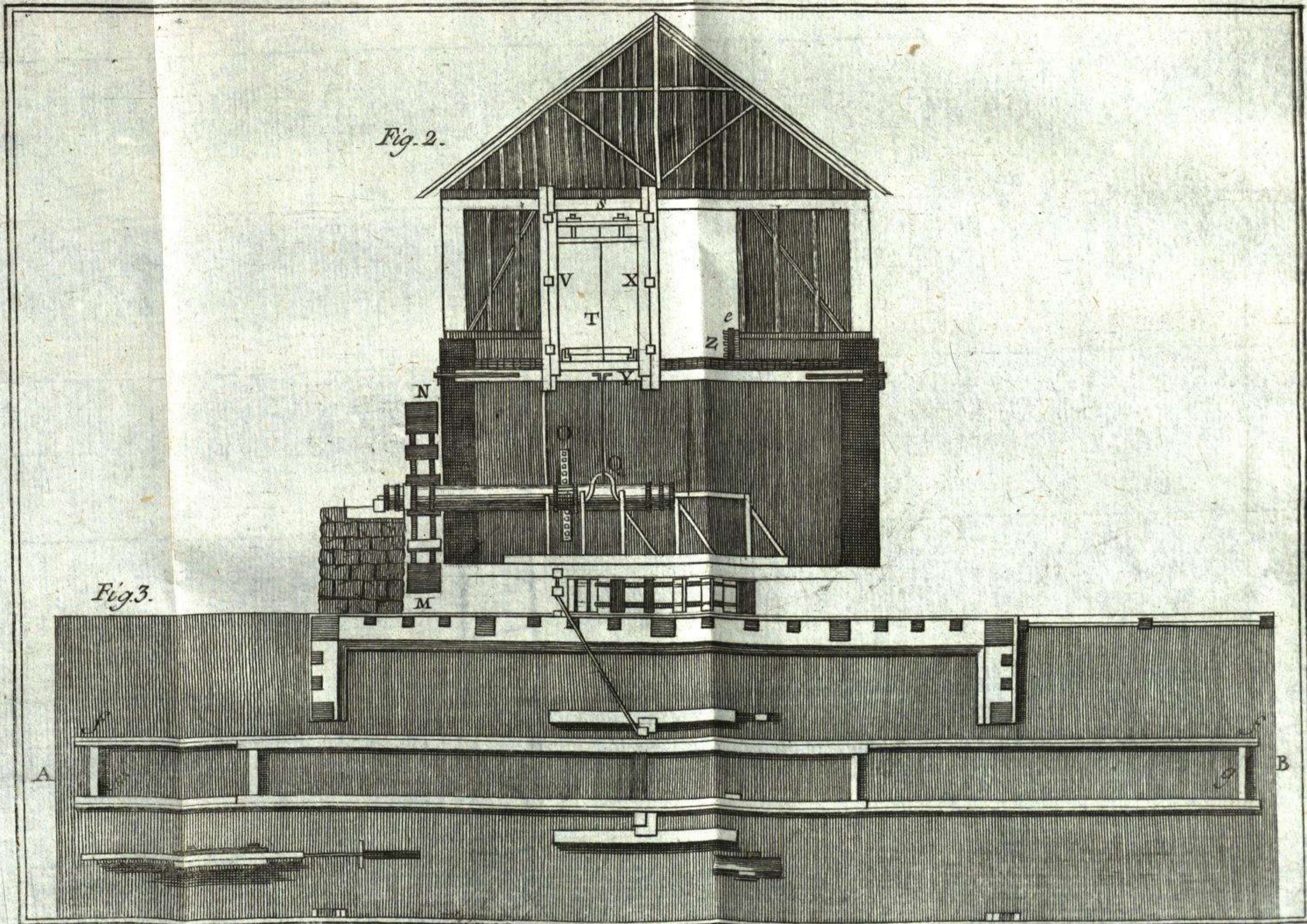
Despues que la cuerda, arrollándose sobre el ege de la linterna R, condujo yá al carro, y la pieza de madera junto à la sierra, la rueda punteada obra sobre la linterna P, la qual hace subir, y bajar la cigüeña, y la corredera Q Y. Esta lámina corredera no puede subir sin hacer subir la sierra, la qual, llebando consigo la otra lámina b, lebanta la palanca a c, que atrahe consiguientemente por el mismo lado la visagra d: con que es necesario, que la hasta d e se prolongue ácia e, è impela, y haga pasar adelante un punto, ò garfio de la llarera Z. Esta llarera, dando bueltas con su ege, las hace dár à sus linternas, que encajando sus balaustres en los puntos de las varas de union de la parte anterior con la posterior de el carro, adelantan algunos, y por consecuencia la pieza de madera. En este instante sube la sierra, y como es mas ancha por arriba, que por abajo, déja en el mismo momento un vacío entre la sierra, y la parte de la madera, en

Y 2

que

que acaba entonces de obrar. La madera se adelanta sin obstaculo , y recibe nuevos golpes, y operacion nueva con la bajada de la sierra, la qual no obra en esta máquina sino al bajar, como sucede en el trabajo, que ponen los que asierran à lo largo, ò siguiendo el hilo de la madera. La sierra debe bajar, porque la cigüeña, que la lebantó, baja tambien, y trahe consigo la corredera, la sierra, la vara de hierro b, y la palanca a c. La rueda Z está entonces sin movimiento; y asi, no se le comunica al carro. En este espacio de quietud es quando obra la sierra, que siendo mas ancha por la parte superior, se halla inclinada segun la longitud de la madera, y sigue su hilo: lo qual es una imitacion muy ingeniosa de la accion de los Aserradores de tablas, ò piezas gruesas, que dirigen la sierra, no segun la perpendicular, sino obliquamente; porque las fibras de la madera se cortan con dificultad, quando se obra transversalmente en el corte, y al contrario se dán facilmente, y rinden con docilidad al corte obliquo: y del mismo modo, que los brazos de estos Aserradores se adelantan, y se retiran à proposito para dár à la sierra la inclinacion conveniente, que piden las fibras de la madera; asi la vara de hierro superior, y la corredera siguen el juego de la palanca, y de la cigüeña, de modo, que formen con la

sierra



Plan, y corte de vn Molino, o Machina para aserrar.

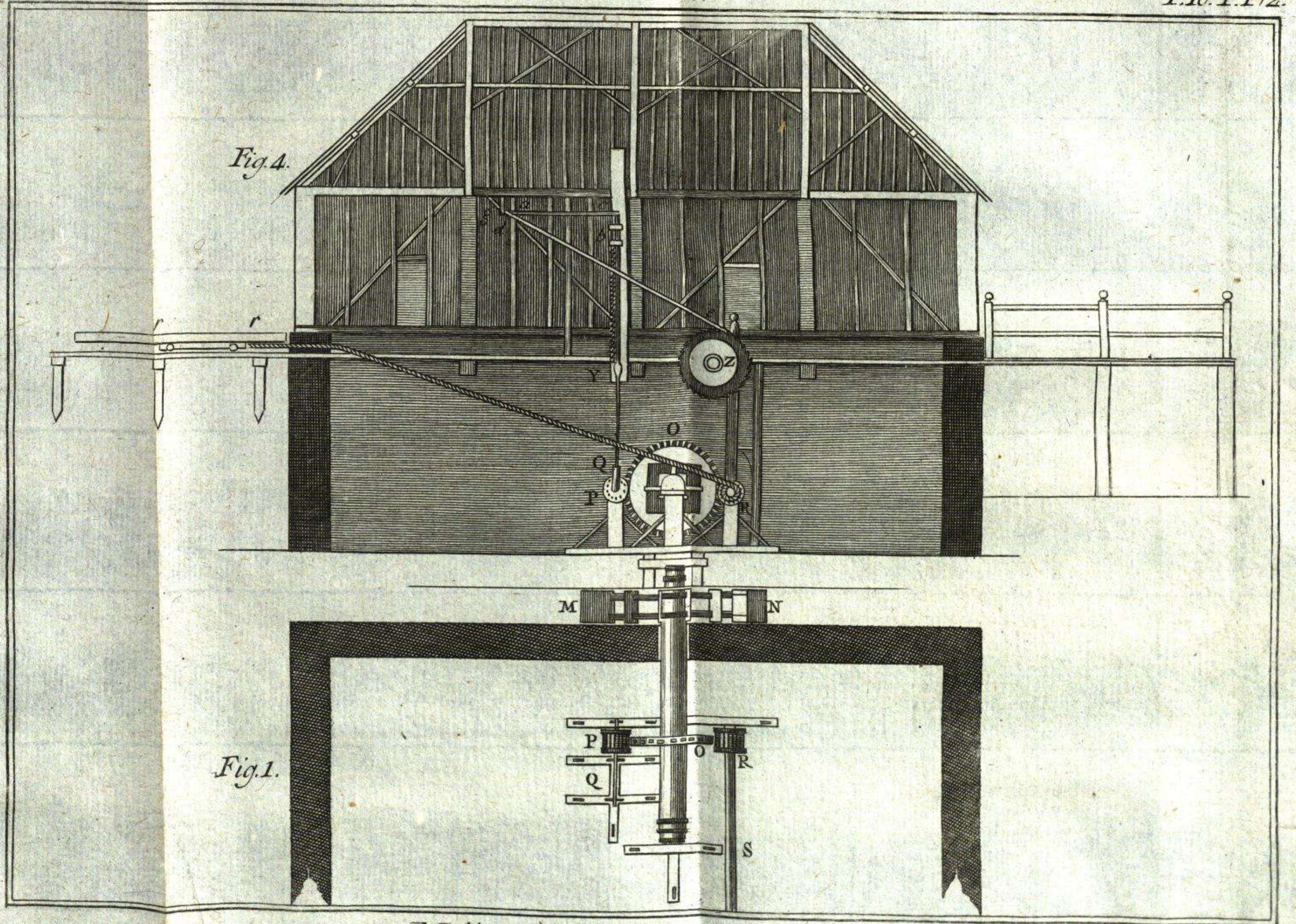


Fig. 4.

Fig. 1.

Molino ò Machina para aserrar.

sierra los ángulos, è inflexiones, que se necesitan para hacerla ir, y venir en sus canales. El juego buelve à comenzar: las varas de union de las dos partes de el carro, llevadas siempre en sus canales rotundas por las linternas de la rueda Z, continúan en conducir la pieza de madera, donde pueda obrar la sierra, y debajo de ella, hasta tanto que una barra de hierro, unida à la extremidad de la pieza de madera, encuentra un muelle, que retira la clavija, ò cuña, que se había aplicado à la compuerta, para tenerla lebantada, y dar curso al agua. La compuerta cae, el agua se represa, la rueda pára, y toda la máquina queda sin movimiento.

En una hora asierra, y hace dos este Molino, un cábrio, ò viga bastante gruesa, que dos fuertes Aserradores tendrían no poco trabajo en desembarazarse de la obra en quatro, ò cinco veces mas tiempo con la sierra comun. (**)

El

(**) En la sierra comun, ò *Bracera*, que sirve para espigar, y dividir toda especie de maderas, tomada toda junta la armazón, ò piezas, que tiene, se llaman *Armas* de la sierra. Las dos varas, ò listones, à cuyo medio, tanto por la parte superior, como por la inferior, se afirma la hoja de la sierra con sus dientes, se llaman *Codales*. Las dos varas, que caen perpendiculares sobre las extremidades de los codales, y distan igualmente de la hoja, tienen el nombre de *Largueros*; ciertos arillos, que afirman las armas à la sierra, y los codales à la hoja, tienen el de *Cabestrillos*. En la parte anterior de estos cabestrillos hay un hierro corbo, ò pasador, à quien se le dá el nombre de *Alacrán*, y en la exterior unos zoquetillos, que en lo superior, è inferior entran en los cabestrillos, y sujetan la sierra, ò hoja, se llaman *Cuñas*. A los que trabajan con esta especie de sierra, les dán el nombre de *Chiquichagues*.

Véanse las
estampas de
el Molino de
polvora.

El Molino de polvora dibujado por M. Leandre.

La polvora de cañon está compuesta de salitre, azufre, y carbon, el qual debe ser de madera de Bourdaine, (**) que se halla con abundancia en los Sotos: este arbol es endeble, y se seca en llegando à tener dos, ò tres pulgadas de grueso. El azufre debe ser puro, y limpio de todo otro cuerpo extraño. El salitre es la sal, que se saca de diferentes cocimientos, ò legías de muchas especies de piedras quebradas, de escombros, ò hiesones de ruinas, y desmontes de edificios viejos, y principalmente de las cuebas; y en general se halla en la tierra, que se ha mantenido por algun tiempo en rediles, caballerizas, palomares, ò parages semejantes, en que se juntan los animales proporcionados à estas piezas; yá sea por razon de un curso reglado, ò por transpiracion, los residuos de estercoleros, y lugares immundos, las superfluidades, y deshechos de las manufacturas, los orines, y sales, que provienen de toda especie de animales, conducen para el salitre. Estos tres materiales, reducidos cada uno de por sí à polvo, se incorporan despues en una masa de un peso determinado, cuyas

tres

(**) Arbolito pequeño, que se halla comunmente en las selvas, su corteza es negra, y sirve para hacer pajuelas, &c. Véase el Dic. de las Art. y Cienc. de Paris L. B. En España el carbon, que ha probado mejor para la polvora, es el de la caña del cáñamo, y se llama *Granuz a.* El Italiano omite el *Bourdaine.*

tres quartas partes son de salitre , y la otra quarta parte la mitad carbon, y la mitad azufre. El azufre sirve para encender todo el material , el carbon impide la consumption instantanea , y el salitre causa toda la fuerza con la extrema dilatacion , que le comunica el fuego , y con la solidéz de las partes que arroja. Lo que nos es posible solamente brujulear en la accion terrible de la polvora , es muy poco , aunque hayamos tentado varias experiencias , aprendido à hacerla, y à gobernarla. Los ingredientes , que la componen, son innocentes , si no se unen , ò si permanecen solitarios ; y sería cosa digna de desear para el reposo de los Navegantes , y sosiego de todos quantos tienen en sus vecindades la polvora , que todas estas especies de materiales , que la componen , se pudiesen mantener , ò transportar cada una de por sí , de modo , que produjesen el mismo efecto, quando en la necesidad actual se juntasen , y reuniesen. Vé aqui un servicio bien importante , que haría à la sociedad humana quien encontrase el secreto. Yo se lo pido à aquellos , que no quieren para construir el Mundo otra cosa , sino la *materia* , y el *movimiento*. Pero mientras esperámos este socorro , se continuará haciendo la incorporacion de los tres materiales en los morteros con sus ma-

nos,

nos , (**) y con los riegos , ò rociaduras , como hasta aqui. El mortero es una pieza de madera cóncava , y capaz de recibir 20 libras de pasta de la composicion , que acabámos de decir. En cada Molino hay 24 morteros , y se fabrican cada vez , y en cada dia 480 libras de polvora , rociando cada mortero con dos libras de agua , de modo , que al secarse la rociadura precedente , se buelve à rociar la masa. Esta masa , ò pasta , batida por tres horas consecutivas , pasa de un mortero à otro. El suelo está agugereado , y se cierra con una tapa , ò pedazo de madera en forma cónica para recibir los golpes de la maza , y para que sea de mas dura , y se conserve. La mano del mortero , ò maza es una pieza de madera de diez pies de alta , y tres pulgadas y media de ancha , armada por la parte inferior de una pieza redon-

(**) En la Fábrica de la polvora llaman *Mazas* à estas manos de mortero , que están perpendiculares sobre él , y pendientes de un *Telar* hecho de tablas , sujetas à seis *Pies de amigo* , que se llaman *Frayles*. Cada maza tiene un diente , à quien le dan el nombre de *Sobarba*. El arbol , que atraviesa la rueda , y el telar , se llama *Mástil*. El telar , que se mueve al andar la rueda , hace andar las mazas por medio de unas tablas , que tiene atravesadas , à que llaman *Levas* , las quales tropezando con la sobarba de la maza , la le- bantan. A la rueda la mueve el agua , impeliendo unas tablas , que tiene al rededor , y se llaman *Alabes*. Los cabos de los mástiles se llaman *Pernos* , y estos descansan en un palo , que se llama *Palometa* , la qual estriva , ò está sostenida de un *Cabezal* de madera. Además de todas estas piezas hay tambien en los mismos Molinos unas especies de botas , ò pipas , que son como una cuba de tablas , y le llaman el *Pabon* , al qual atraviesa un mástil (al modo que en los Molinos de harina) para que movido de una rueda , dé bueltas , y apretando el grano de la polvora , le vaya dando lustre. Este es el modo comun con que se fabrica en España la polvora.

donda de metal. El peso de la maza sube à unas 65 libras.

La simple inspeccion de las piezas hará concebir el efecto.

Fig. 1. Plán de la rueda , y de las linternas.

A La rueda impelida al caer el agua.

B El ege de la rueda.

CD Dos linternas , que cada qual dá bueltas sobre su ege.

E La rueda punteada , conducida por el ege de la rueda grande , y encajando los puntos en los balaustres de las linternas , à las quales hace andar , una ácia un lado , y otra ácia otro.

Fig. 2. Perfil de la rueda sin puntos , y de la punteada.

A La rueda sin puntos.

Bb El ege de la rueda grande , el qual introduce un gorrón , ò perno en b , y otro en B.

C El ege de la linterna C , visto de la otra parte de la rueda punteada.

E La rueda delantera punteada , de la qual se ha quitado aqui la linterna D. Fig. 1.

F Las mazas de los morteros.

G Lugares , ò puestos de estas mazas : estos puestos son dos piezas de madera agugereadas por otras tantas partes , quantas mazas de mortero hubiere para conservarlas en la misma linea , tanto al subir , como al bajar.

H El exterior de los morteros.

Fig. 3. El plán de toda la máquina.

A La rueda.

B El ege.

C D Las dos linternas cada una con su ege propio. Al ege, que hace andar à cada linterna, le llaman en esta máquina Herizo, por hallarse rodeado de doce pequeñas piezas de madera, que sobresalen como puas, y se llaman levas, por estar destinadas à levantar las mazas, asiendolas de una pieza de madera, que se llama *Sobarba*, y está al lado de cada maza.

E Rueda punteada.

G Lugar, ò prision de las mazas.

H El suelo de los morteros.

Si se le dá agua à la rueda sin puntos, es necesario, que la que los tiene, ande, y mueva las dos linternas C D, y sus puas, ò levas ácia dos partes contrarias: cada leva, dando buelta con su herizo, encuentra por su turno la sobarba de una maza, la levanta; y prosiguiendo, la deja caer en el mortero à que corresponde. Estas doce levas están ordenadas de modo, que hay siempre quatro en el ayre, y quatro mazas siempre prontas à caer, cada una de por sí, pues nunca cae sino una segun su vez. De esta colocacion depende la trituracion igual de la pasta: y se asegura mucho mas, pasandola succesiyamen-

te

te por 24 pilones, y teniendola en cada qual un tiempo determinado.

Las máquinas precedentes, y otras muchas, casi sin numero, logran la felicidad de sus efectos por razon del equilibrio, que se halla entre una potencia pequeña, y otra mayor, quando la pequeña está armada de una leva, palanca, ò brazo largo, contra otro mas corto, que sirve de agente à la grande. El Mecánico conoce las 70 libras, que pesa un pie cubico de agua: sabe, si dá uno, ò dos pies cúbicos de agua, ò mas à la rueda, y cuál es el diámetro, ò longitud de ésta: valúa la accion juntamente con la caída del agua, que la pone, y mueve la rueda: sabe cuánto pesa la maza del mortero, y cuánto las quatro, que el herizo, y sus puas, ò levass tienen continuadamente suspensas: compara las relaciones reciprocas de las palancas, y de las potencias en todas las situaciones, y casos. Y conocido todo, lo conduce à su fin, ò con cálculos ajustados, y precisos, ò por medio de experiencias reiteradas, pues, à la verdad, el empeño de vencer las mas eficaces resistencias, sin meditarlo todo, se parece mucho à una conquista, que se emprende; y degenéra en temeridad, quando se camina à ella, sin haber previsto los impedimentos, y calculado los gastos,

Además de la feliz aplicacion de la pa-

lanca à tantas especies de máquinas , que aumentan , casi sin termino , el poder del hombre , y el buen suceso de su trabajo , tenemos tambien otro medio , no menos simple , ni de menor servicio en las mecánicas. Este es el *plano inclinado* , à cerca del qual se ha de advertir.

El plano inclinado.

1.º Quando se quiere hacer subir à alguna altura un cuerpo pesado , ò moderar su descenso : si se camina por linea recta , sin que estribe en la tierra , es menester sostener todo el peso : con que la potencia debe ser igual , ò superior à la resistencia de la pesadéz total para poder gobernarla.

2.º Quando el peso está en tierra , la linea de su caída halló un obstáculo invencible , y no puede bajar mas : mírase sostenido , y por decirlo asi , reposa , segun la proyeccion de una linea directamente contraria à la de su gravedad. Estas dos lineas se destruyen mutuamente , y el cuerpo permanece en quietud : puedesele mover , ò por un terreno sin pendiente , ò por una superficie inclinada. Si se quiere que camíne por un plano horizontal , ò sin pendiente , la idéa será facil de egecutar; y tanto mas , quanto este cuerpo se hálle terminado por un gran numero de superficies , que le aproximen à la figura rotunda : porque no estribando en éste caso , ni sirviendole de basa sino una superfi-

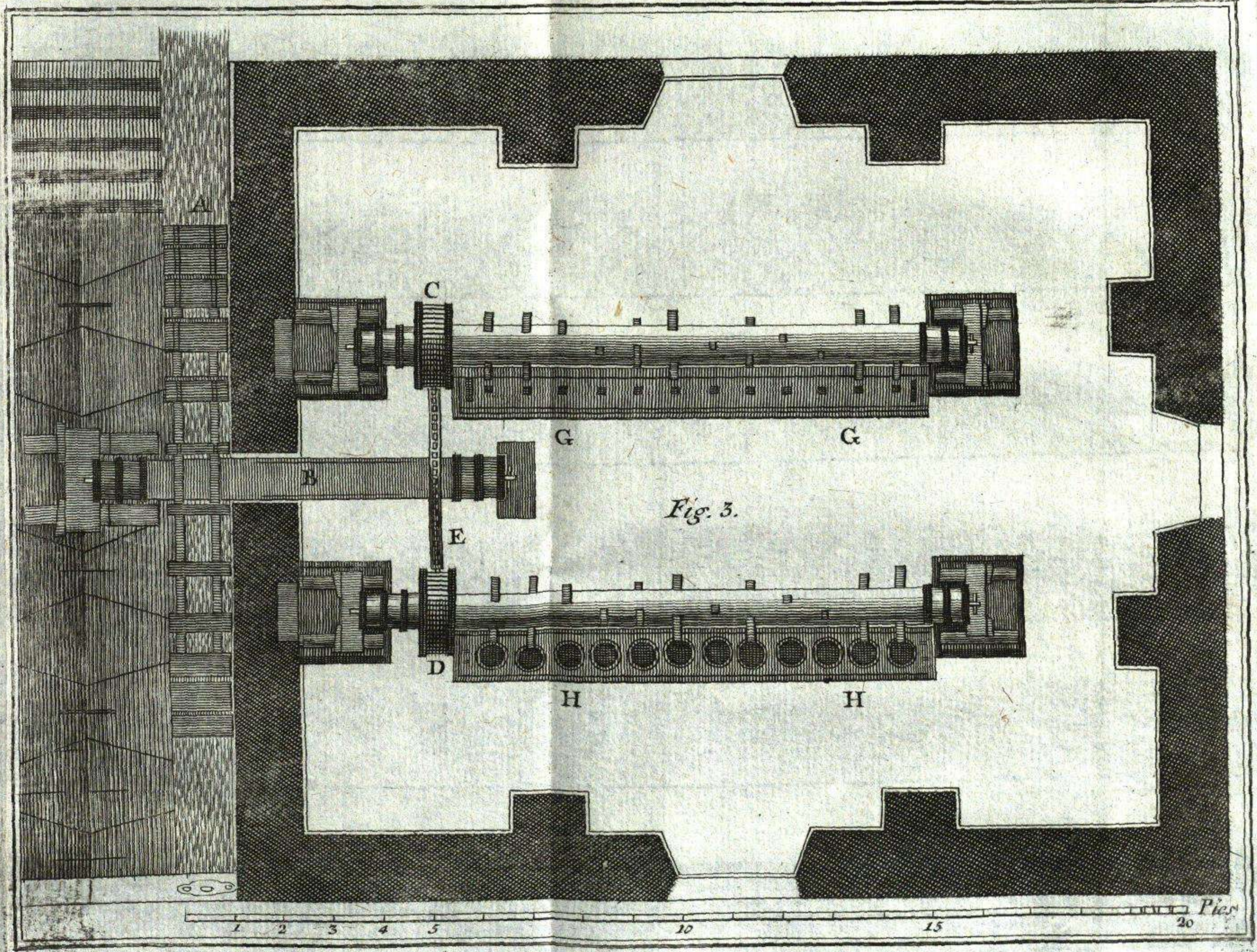
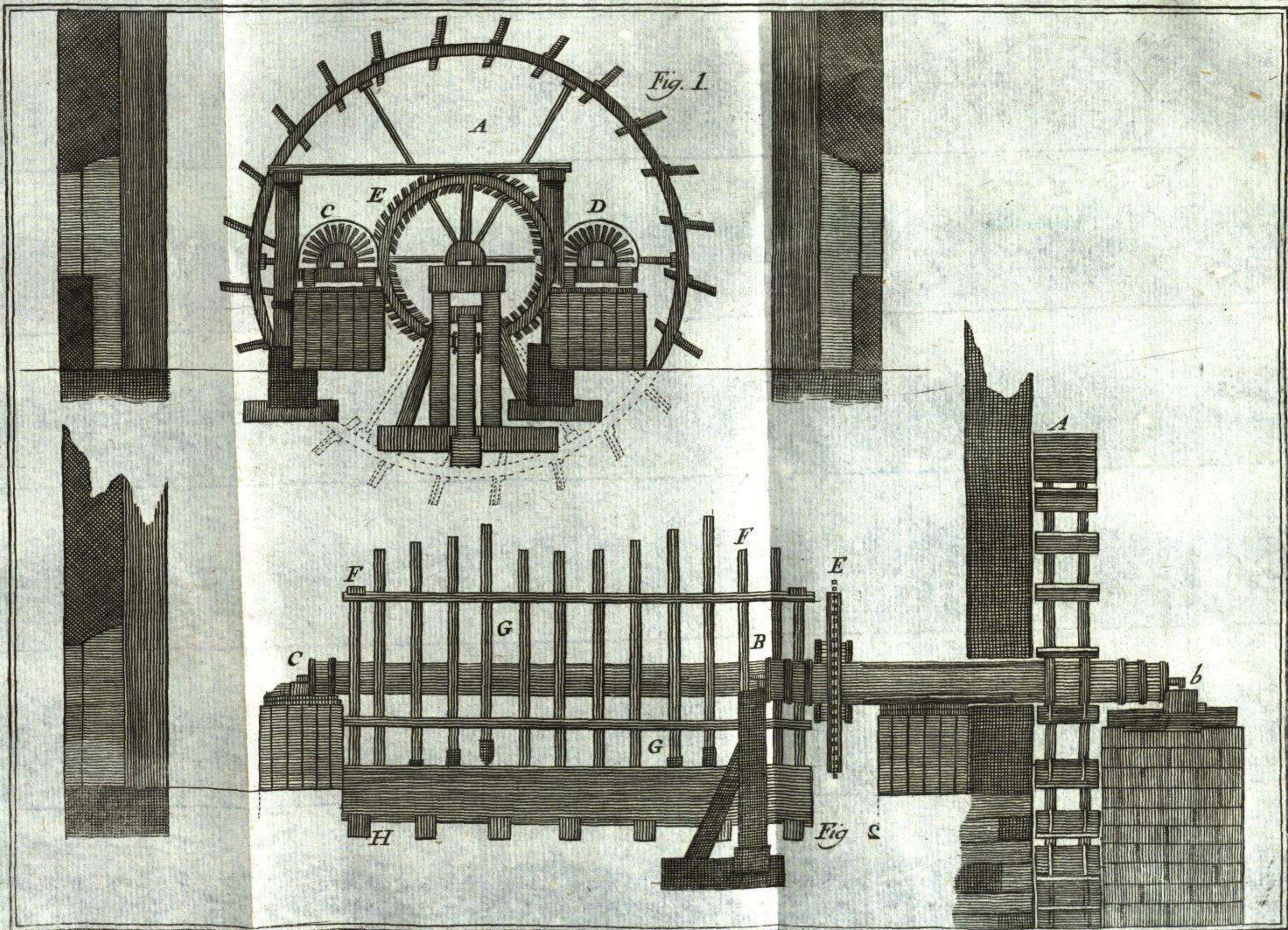


Fig. 3.

Plan de vn Molino de polvora.



Elevacion de un Molino de polvora

ficie pequeña, que se considera como un punto, se puede concebir la pesadéz de este cuerpo como una línea, que cae directamente desde el punto céntrico de la masa, hasta el punto del apoyo. Las partes, que se alejan de esta línea por una parte, y por otra, están en una especie de equilibrio, que se impedirá con un pequeño impulso, y la parte, que no se vé impelida, cederá para ir à buscar un nuevo apoyo, ò nueva basa, que la sostenga, y por consecuencia este cuerpo rodará. Y si se afirma en la tierra por medio de una superficie muy grande, y que no se puede mover sin un gran numero de frotaciones, que multiplican la resistencia, se le hace ceder con el artificio de las ruedas de un carro, que no tocando à la tierra, sino con algunos puntos, facilitan el transporte ácia el lado opuesto al del impulso. Tal es el beneficio de las rotulas, carrillos, y ruedas grandes, que preparan, y comunican su figura orbicular à los cuerpos mas distantes de ella: disminuyen las frotaciones, no tocando à la tierra sino con un pequeño numero de puntos, y formando sobre ellos una especie de balancéo perpetuo, están siempre prontas à caminar, y obedecer al primer impulso, que las determíne de un lado mas que de otro.

3.º Entre el movimiento de los cuerpos,
que

que suben , ò bajan à plomo , y el camino de los mismos cuerpos transportados horizontalmente , hay otro tercer modo de dirigirlos , y es , haciendolos caminar por un plano inclinado al Horizonte , por egemplo , la pendiente de una colina , ò el declive de un terraplén. En este caso el cuerpo pesado se halla en parte sostenido por razon del terreno sobre una linea , que forma el terreno mismo con la horizontal , y en parte tirado ácia otra linea de gravitacion , que le dirige , y lleba ácia el centro de la tierra.

Pongase un palo , colocado à plomo en un plano perfectamente liso , y horizontal : en este caso , el palo quedará recto sin inclinarse à un lado , ni à otro ; pero tuerzase un poco , y caerá al suelo con tanta mas facilidad , quanto fuere mayor la inclinacion ácia el suelo , que le sostiene. La razon es clara , porque la linea de gravitacion , que se debe imaginar desde el centro de las masas hasta el suelo , baja perpendicularmente al Horizonte ; pero si encuentra un terreno inclinado , viene à quedar obliqua à este terreno , y debe escurrirse , ò rodar. El cuerpo pesado , que se desliza , ò rueda sobre una pendiente , se halla otro tanto mas sostenido , quanto la linea del terreno está mas inclinada al Horizonte : y se encuentra tanto menos aliviado , ò mas proximo à toda su pesa-

sa-

sadéz natural , quanto el plano sobre que camina , se aleja del Horizonte , y aproxima à la perpendicular : luego el terreno inclinado es un medio para gobernar las mas vastas, y pesadas masas. Valese , pues , de este conocimiento , y experiencia el hombre , y disminuye , y como que arruina diestramente la pesadéz de los cuerpos. Sabe cargar una parte de ella à la tierra para tomar à su cargo, ò sobre sí aquello solamente de que puede señorearse. No se han olvidado los Geometras de calcular esta diminucion de pesadeces , y expresarla por medio de lineas , que la reduzcan à regla. (a)

Pe-

(a) Que una potencia , à quien yo llamo P , sostenga el cuerpo MGF de figura espherica sobre el plano SH , siguiendo la direccion CM/P : aqui habrá equilibrio , si esta potencia es al peso , como la perpendicular FD à la perpendicular FA ; esto es , habrá equilibrio , si la potencia , y el peso son reciprocamente como las perpendiculares FA , FD , tiradas del punto del contacto F à las direcciones CP , CE .

Yo quiero, que el peso de MGF prevalezca , si es posible, contra la potencia P , y que el centro C baje à g , quedando siempre la direccion MP paralela à sí misma. Del punto g tirense la gN paralela à la base HO : el centro C en el descenso se habrá aproximado à la base la cantidad , ò termino CE : y asi , el peso MGF habrá corrido ácia el centro de la tierra , siguiendo su direccion el valor de la linea CE , quando el centro C haya llegado à g . Del mismo modo si se tira la CG perpendicular à la direccion ep , habrá la potencia P corrido el espacio Gg , obrando contra el peso , y siguiendo direcciones siempre paralelas à CP ; porque la potencia P tiende directamente à alejar el peso de la linea GC perpendicular à la direccion MP . Pero supuesto,

que

Vease la primera estampa de las fuerzas motrices.
Fig. 1.

Pero sin que hagamos recurso à comparacion de lineas , y de triangulos para determinar la de la potencia , y el peso , la experiencia ha bastado muchas veces para hacerlo conocer , y aun para medir el respeto, y proporcion de las potencias , que se contrabalancéan en un plano inclinado : nuestros declives , caracoles , y escaleras no son otra cosa , que planos inclinados , cuya incomodidad se aumenta à proporcion , que están inhiestos , y se acercan al plomo , ò perpendiculo. Si se quiere subir una cuba de vino sobre un carro , se forma de éste un plano inclinado , lebantando el pértigo. Si se idéa
trans-

que la potencia P se vé obligada à ceder en esta hypotesis, se sigue, que el espacio, que corrió contra su propria direccion, quedará medio, quando el centro llegue à g por la parte g G de su direccion MP, comprehendida entre el centro, y la perpendicular CG, ò por su igual CL: con que los espacios corridos por la potencia P, y por el peso MGF son iguales à las lineas CL, GE.

Es preciso prolongar la direccion CMP, hasta que corte el plano inclinado SH en el punto B. El triangulo g CE es semejante al triangulo ECN; porque siendo el triangulo rectangulo, le divide la perpendicular CE en dos triangulos semejantes, teniendo el N comun, y cada qual un ángulo recto. Como FD es paralela à la EN, el triangulo CFD es semejante al triangulo g CE: con que los lados homologos, que es lo mismo que opuestos à ángulos iguales, son proporcionales: y asi, g C es à CF, como CE à FD. La hypotenusa de g CE es à la hypotenusa de CFD, como el lado menor de g CE es al lado menor de CFD.

Del mismo modo los dos triangulos ACF, Lg C son semejantes, porque el triangulo Lg C es semejante al trian-
gu-

transportar un vasto cuerpo, ò un peso enorme, de qualquier terreno inferior à otro mas alto, se ejecuta por medio de un tablado, que formando pendiente, úna los dos terrenos; y quanto de mas lejos comiencen los tablones à formar el declive, ò cuesta, otro tan-

gulo CFB , pues los ángulos en L , y en F son rectos, y además de eso los ángulos alternos gCL , CBF son iguales: con que los triangulos LgC , CFB son semejantes. Porque la perpendicular FA divide el triangulo rectángulo CFB en otros dos triangulos semejantes entre sí, y al grande, siendo el triangulo pequeño ACF semejante al triangulo CFB , es tambien semejante al triangulo LgC : con que los lados homologos de los triangulos LgC , ACF son proporcionales; y asi, gC es à CF , como CL à FA : y como se acaba de probar, que gC es à CF , como CE à FD , por consecuencia CE es à FD , como CL à EA : ò FD es FA , como CE à CL ; pero hemos supuesto, que la potencia P es al peso MGF , como CE à CL : con que la potencia, y el peso son reciprocamente como los espacios, que corren, el uno siguiendo su direccion, y la otra contra ella: luego aqui se encuentra equilibrio, conforme à lo que diximos, hablando de la Palanca.

Si la direccion MP de la potencia P es paralela al plano inclinado SH , el espacio, que correría el peso, siguiendo la direccion de su pesadéz, será asimismo igual à CE , y el que la potencia P correría contra su direccion, moderando la caída del peso, será igual à gC : y estos espacios son entre sí tambien en este caso como las perpendiculares FD , FA , tiradas del punto del contacto F à las direcciones CE , y $gCMP$, y por consecuencia la potencia, y el peso son reciprocamente como los espacios corridos: con que hay equilibrio. Porque los espacios CE , gC constituyen con la eE un triangulo rectángulo gCE semejante al triangulo HSO : supuesto que hay equilibrio, si la potencia es al peso como CE à Cg , le habrá tambien si la potencia

Fig II. de la misma estampa.

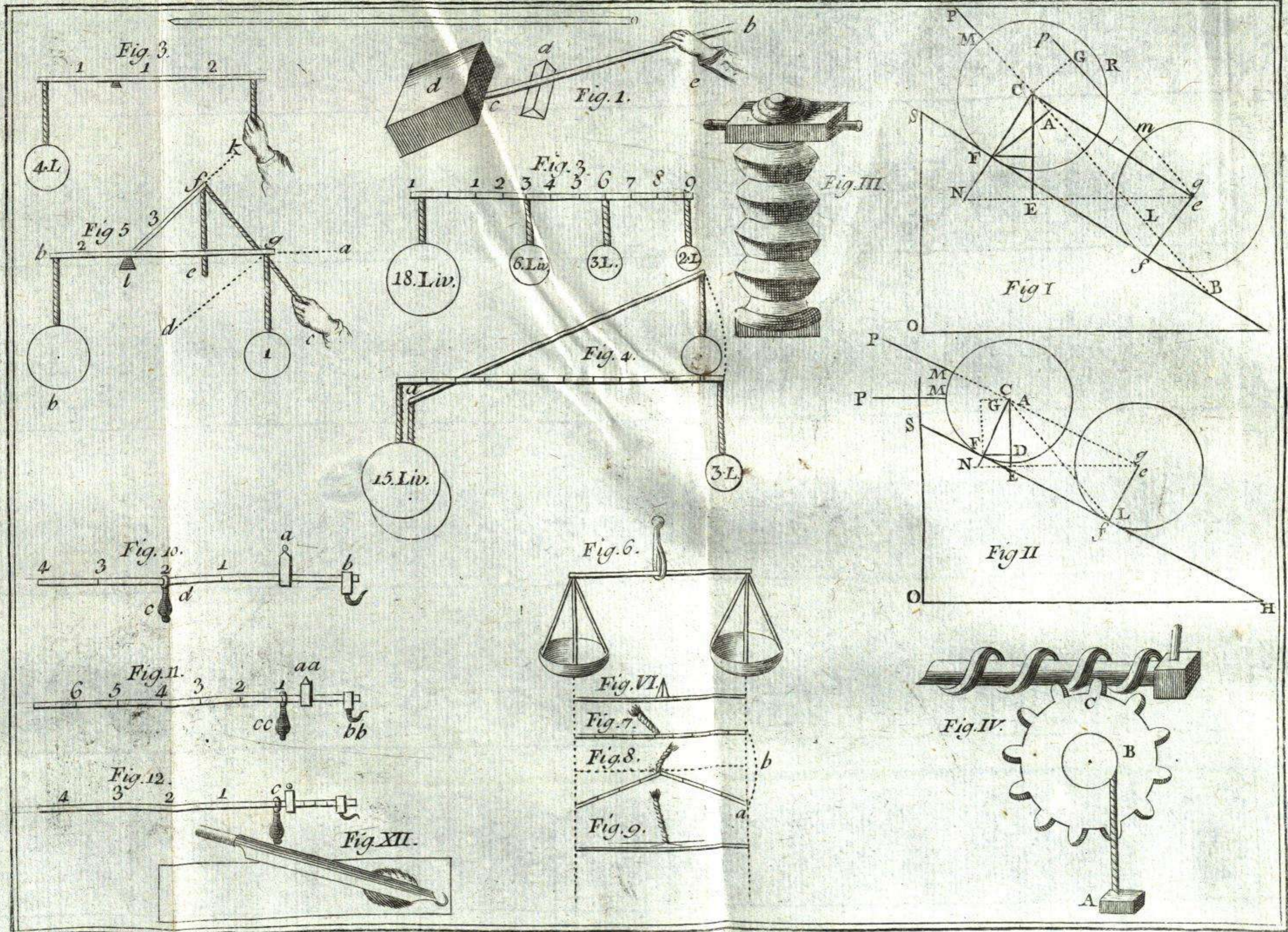
tanto será mayor la facilidad de subirla. De aqui se ha concluído, por medio de una Geometría natural, que quanto la potencia corre mas terreno, haciendo subir un cuerpo pesado, tanto mas dominio tiene sobre él, ò que es lo mismo, que una potencia pequeña

es al peso como la altura SO del plano inclinado à su longitud SH .

Fig. II.

Si la direccion MP de la potencia P es paralela à la base del plano inclinado, el espacio corrido por el peso MGF , segun la direccion de su pesadéz, será todavia CE : y el que la potencia corrió contra su direccion, será igual à gE , y estos espacios serán como las perpendiculares, tiradas desde F sobre la direccion CE , y sobre la direccion GMP , que en este tercer caso es paralela à eE , ò à la HO : con que la potencia, y el peso serán tambien reciprocamente como los espacios gE , CE ; pero estos espacios constituyen un triangulo semejante al triangulo HSO : luego en el caso de una accion poderosa à la base del plano, la potencia es al peso como la altura SO à la base HO , y habrá equilibrio. Y esto es lo que sucede en la accion de la cuña. Tales son las pruebas, que nos dá la Geometría: las dichas son *M. Trabaud*, que trató con una claridad, y cultura perfecta, quanto mira al equilibrio.

Además de esto, se puede tambien observar, que en la primera de estas tres disposiciones, la direccion de la potencia, que se acerca mas à la perpendicular que el plano inclinado, no saca tanto servicio de este plano, ni tanta facilidad, como obtendria si imitase la inclinacion. Véase bien claro en la tercera disposicion de GMP (Fig. II.) que la direccion de la potencia se aproxima mas à la base que el plano inclinado, y que la potencia misma tiene contra sí la resistencia del plano, y la de la pesadéz. La disposicion mas favorable es la segunda, en que la direccion de la potencia es paralela al plano, y la fuerza de esta potencia se disminuye respectivamente à el peso, como la longitud del plano se aumenta respectivamente à la altura, ò atendida la altura del plano.



Fuerzas motrices

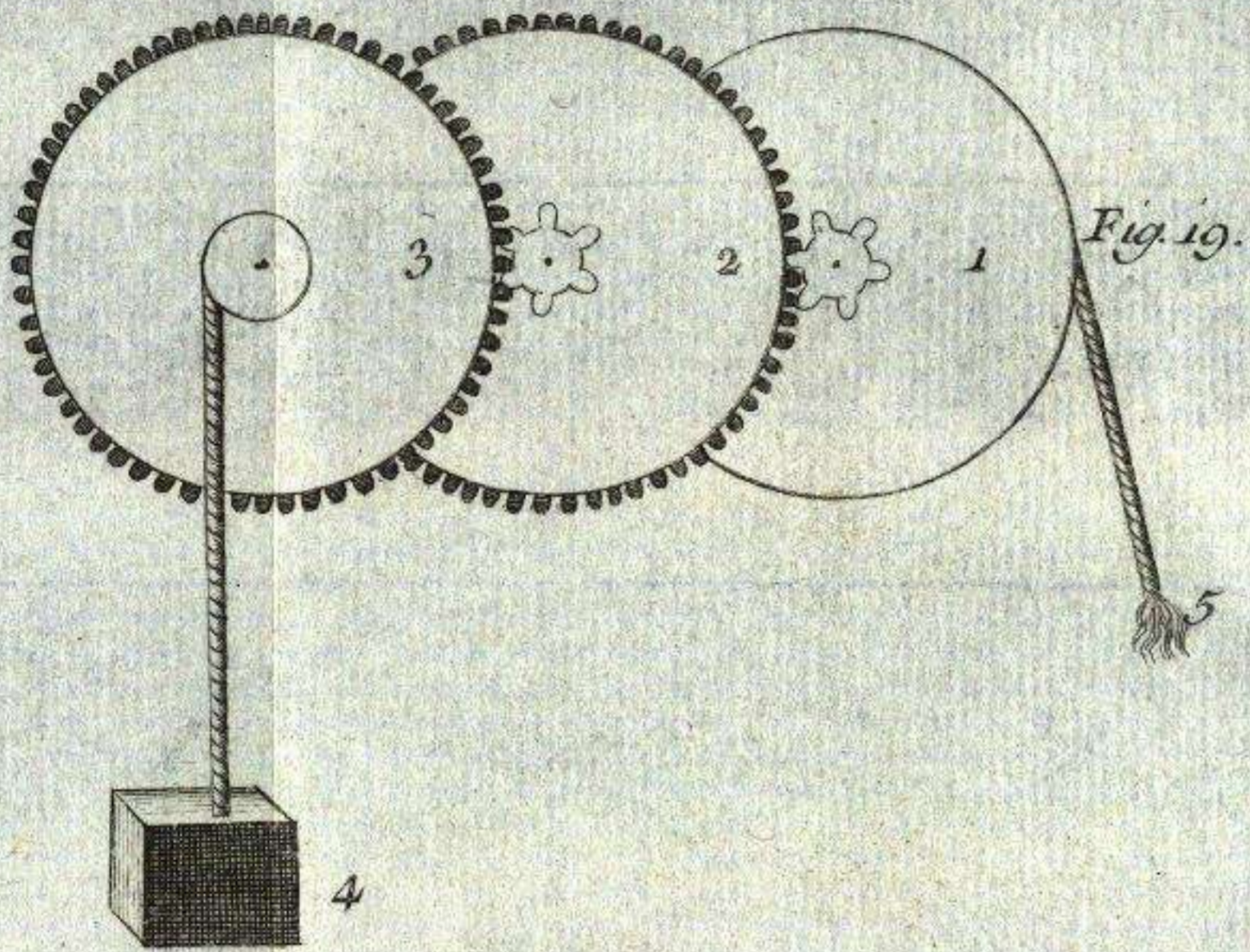


Fig. 19.

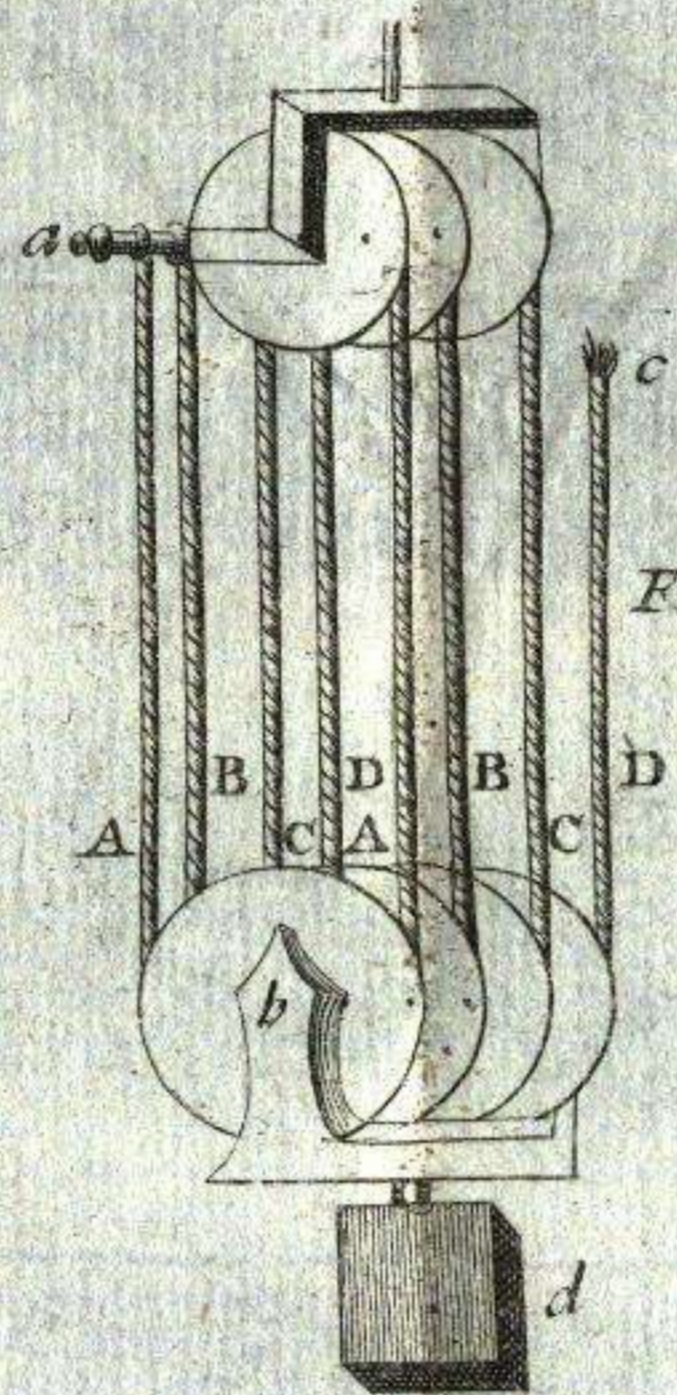


Fig. 16.

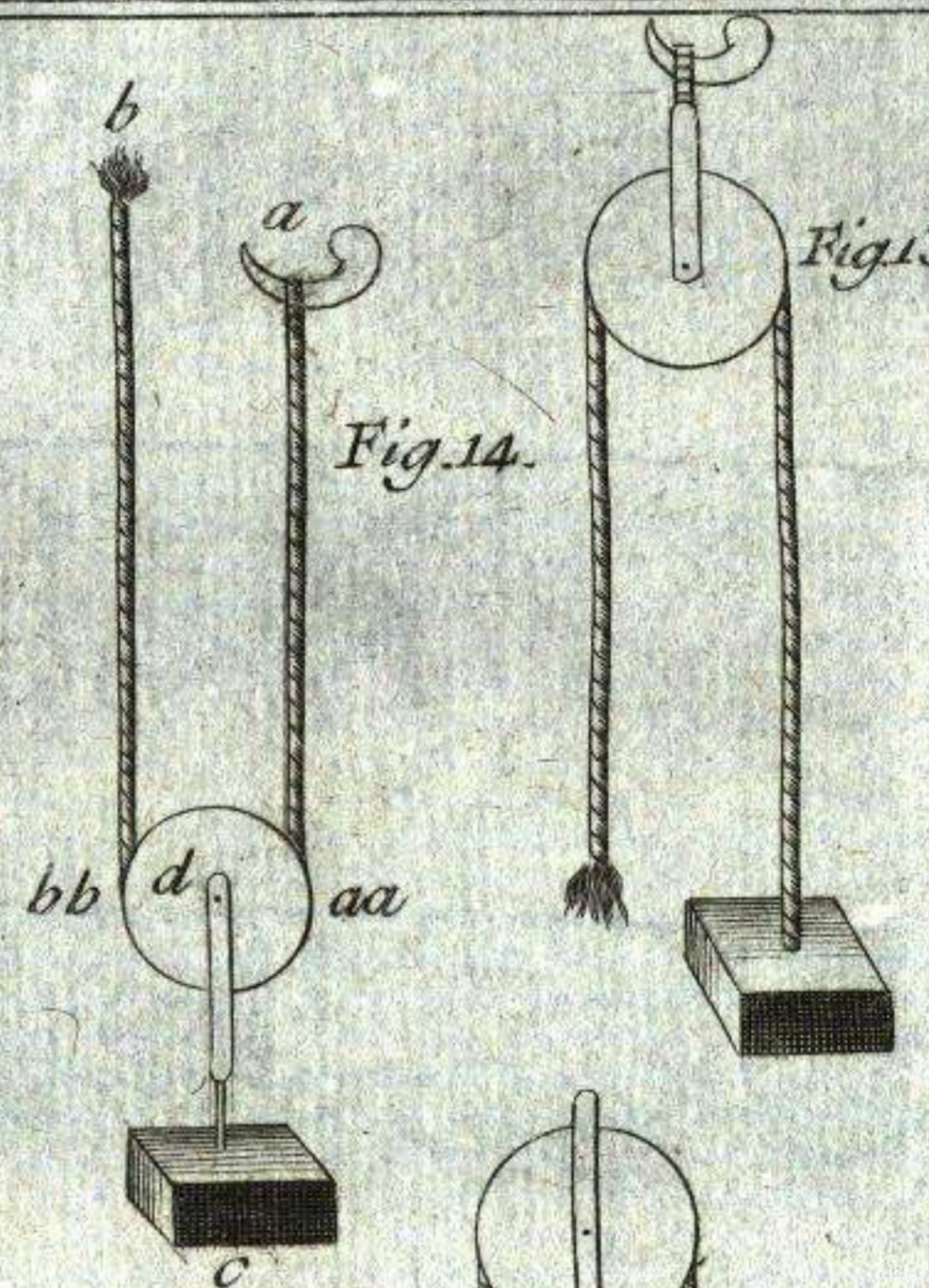


Fig. 14.

Fig. 13.

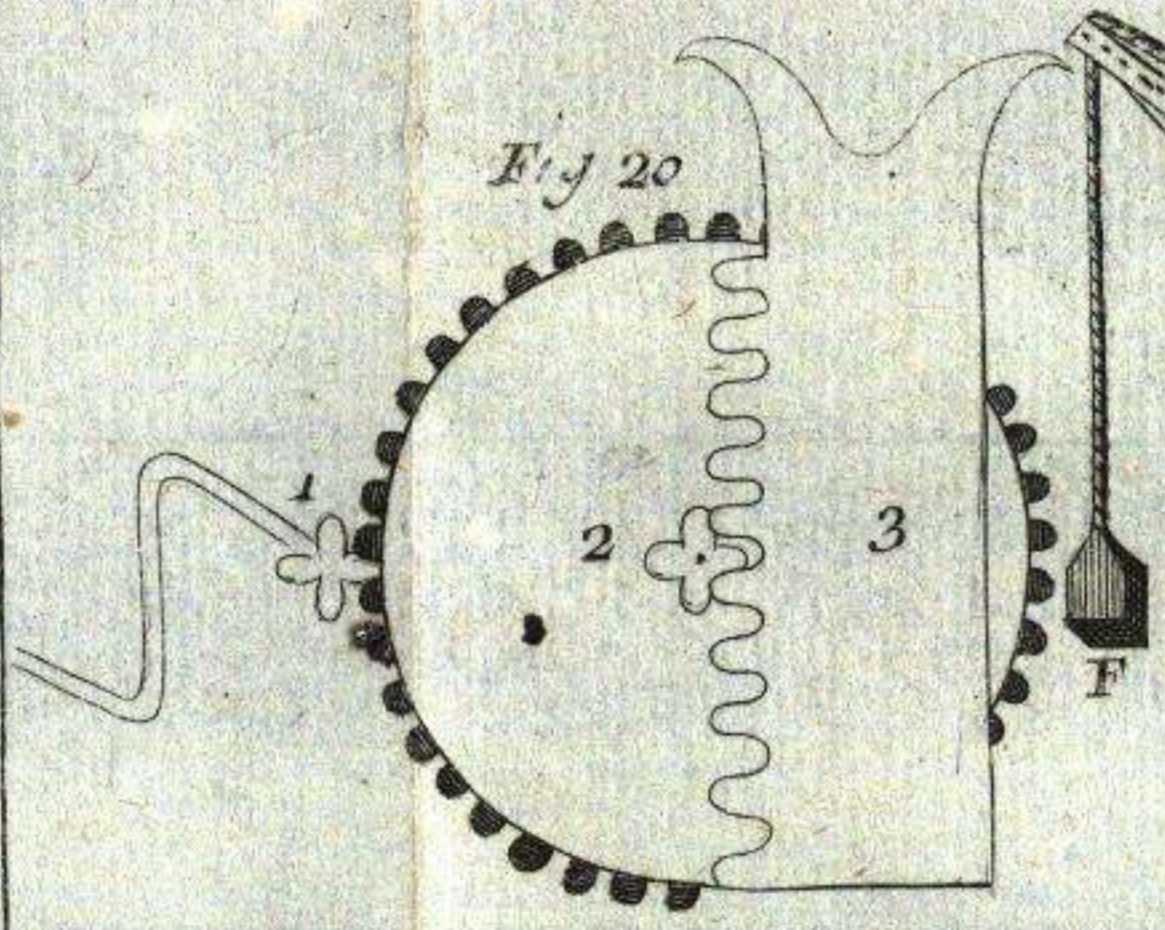


Fig. 20.

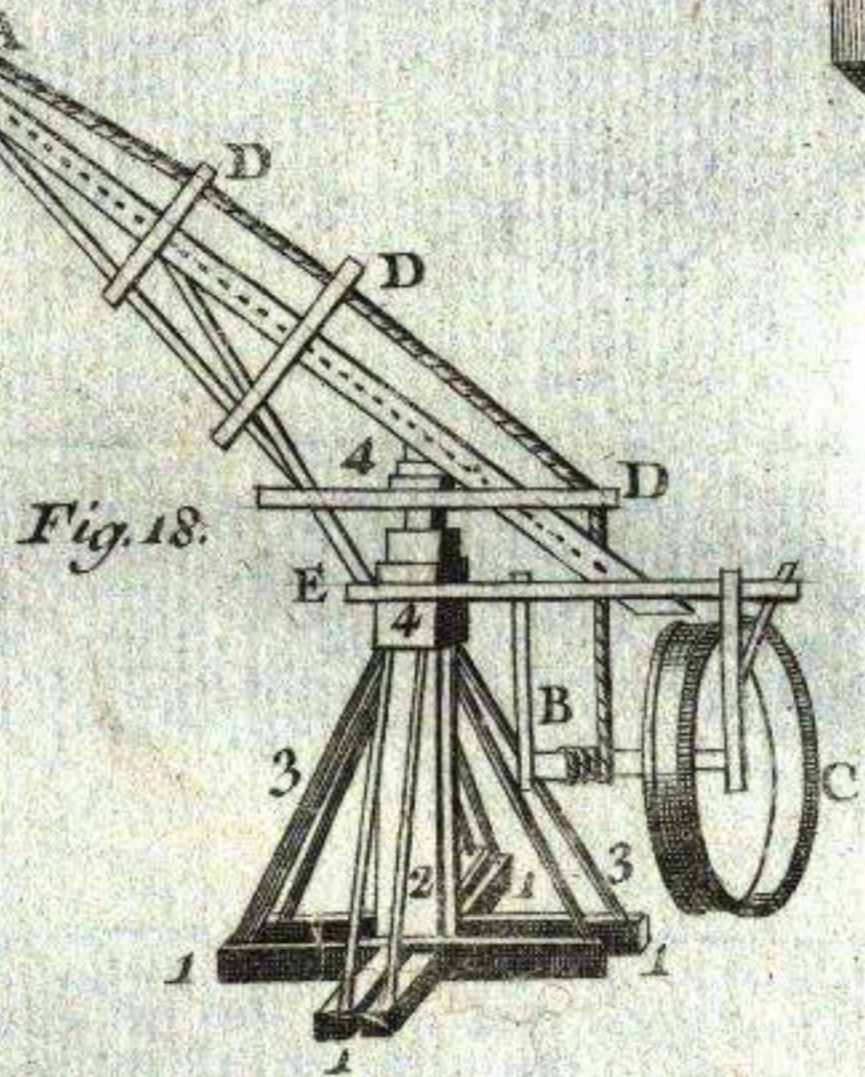


Fig. 18.

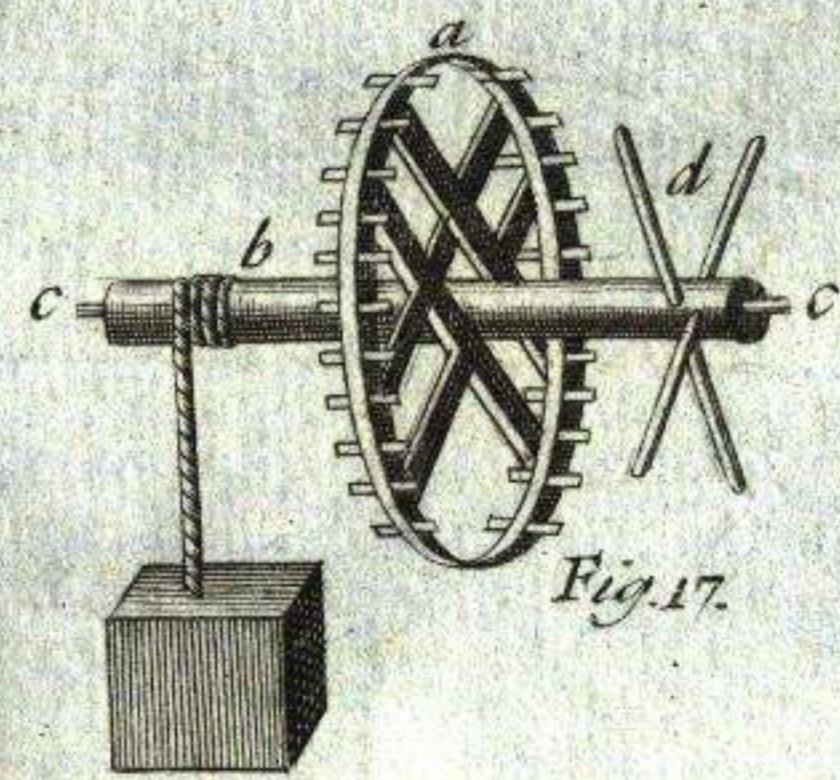


Fig. 17.

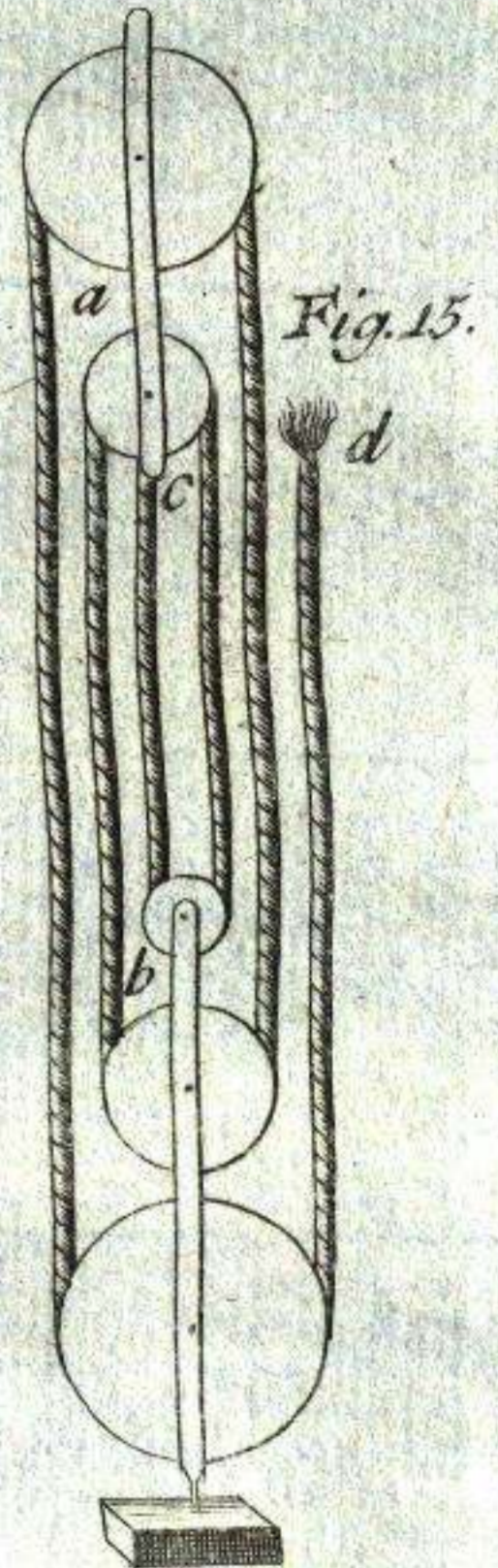


Fig. 15.

queña, que atraviesa un espacio grande, puede ser equivalente en fuerza à otra potencia mas poderosa, que corra un pequeño espacio. El Carretero, ò Galerero, que se halla empanado, y sumergidas hasta el ege las ruedas de su carruage, no se pone à deliberar si desatollará su carga, lebantandola à plomo ácia lo alto, y sacandola perpendicularmente ácia arriba, del pantáno en que la mira. Su Gato le serviría de poco, no haría presa, pues ni en sus brazos, ni en sus palancas hay medio alguno que baste: pero sin Maestros, y sin cálculos recurre al plano inclinado: toma su pala, y hazada, caba, y desmonta el terreno por delante de las ruedas, y forma junto à las pinas de las ruedas dos pendientes suaves: quanto mas lejano empieze à formarlas, aproximandose al nivél por medio de la longitud, tanto mas facil será la salida, y libertad de las ruedas. Un egemplo acabará por ultimo de hacernos entender, cómo se fija la medida de esta felicidad, y de este alivio.

Quieren conducir piezas de cañon de el peso de tres mil, y mas libras cada una, subiendo à una Ciudadela, elevada treinta toesas sobre el llano, y cercada por una parte de rocas enteramente escarpadas, y por otra de un terreno pendiente, ò en declíve. Este terreno, ò puede ser muy rec-

to , y arduo ; pongo por exemplo , si tiene quarenta , ò quarenta y cinco toesas de longitud , y treinta de altura ; ò puede haber en él un camino , que forme muchos tornos , y recodos , de modo , que llégue à equivaler con sus bueltas à 100 , ò 150 toesas ; ò se estiende por naturaleza à una amplitud , que le haga suave , y facilmente accesible , v. gr. de 300 toesas de largo , siempre à solas 30 de altura , ò de 500 , ò de 400. En todas estas disposiciones es necesario lo primero saber la distancia horizontal , que hay desde el lugar donde está el cañon , hasta el pie de la Ciudadela ; y lo segundo se ha de notar , que hay que subir 30 toesas , ò 108 pies de altura para montar la pieza en su batería. Tres Caballos pueden bastar para llebar el cañon de 3000 libras por la linea horizontal : pero para vencer las 30 toesas de altura , es necesario mas , ò menos esfuerzo , conforme à las varias disposiciones de la inclinacion del terreno. En la primera , que es solo de 40 toesas de longitud , y 30 de altura , será mas conveniente subir el cañon con poléas , è ingenios , que transportarle con Caballos. En la segunda , en que el camino se prolonga en rebueltas , ò recodos , será menester añadir otros tres , ò quatro Caballos al número ordinario de ellos , sobre una pendiente de 200

toe-

toesas , y sobre otro declive mayor , no habrá necesidad sino de añadir dos Caballos , ò uno solo para subsidio de los regulares. En fin , sobre un terreno de dos , tres , ò quatro mil toesas , comparadas à las 30 verticales , à donde se quiere montar el cañon , cada elevacion parcial , que es preciso , que los Caballos vayan venciendo poco à poco sobre la linea vertical en cada paso que dán , es tan pequeña , y les cuesta tan poco esfuerzo , que esta inclinacion tan larga no se distingue sensiblemente de la linea horizontal : con que en esta ultima disposicion , el mismo número de Caballos , que basta para llebar la pieza en el llano horizontal , bastará tambien en el llano , que tiene tan pequeña inclinacion ; y aqui se funda este nuevo principio de Mecánica : *La resistencia se disminuye , respecto de la potencia , como se aumenta la longitud del plano inclinado , respecto de la altura vertical , ò lo que coincide con el principio de la palanca : que las potencias , que obran sobre un plano inclinado , son reciprocamente entre sí como los espacios , que corren , la una segun su direccion , y la otra contra la suya.*

La misma ventaja se halla , como se halla la misma proporcion , en el uso de la cuña , con la qual se hienden las maderas , ò qualquiera otra materia. La cuña no es otra cosa sino un

un plano inclinado: (**) y los golpes, que la impelen, tampoco son otra cosa sino una fuerza motriz, ò presion muy fuerte. La separacion de los labios, ò lados de la abertura corresponde à la altura vertical, y la insinuacion de la cuña en la madera à la longitud del plano; y asi, quanto la insinuacion es mayor, y la abertura mas pequeña, menos resistencia halla el brazo.

El mismo principio es el que obra en los cuchillos, en los clavos, escarpas, hachas, y en todos aquellos instrumentos, que entran con fuerza, y violencia en lo que se quiere desunir, hacer hastillas, y hender.

Este principio mismo se halla tambien en la máquina, à que llaman Rosca, (**) que es un plano inclinado, dispuesto al rededor de un cilindro. Es de dos maneras: la rosca interior, ò usillo, que tiene sus espiras de re-
lie-

La Rosca.
Fig. II.

(**) Esto es cierto, y seguido, no obstante, que D. Vicente Tosca tom 3. Comp. Math. trat IX. de la Mach. prop. IV. lo niega; pero sin razon eficaz.

(*) A la Rosca (V. Tosca t. 3. trat. IX. de la Mach. prop. 1. y Dic. Cast. L. R.) le dán algunos solamente el nombre de prensa. Sus piezas principales son dos cilindros, el uno concavo, y se llama *Matriz*, *Rosca hembra*, y mas comunmente *Tuerca*: el otro cilindro, que se llama *Usillo*, ajusta en la tuerca, introduciendose en ella, y subiendo, y bajando la tuerca, ajustado uno con otro, por razon de las *Espiras*, ò *Helices*, que tienen. A los huecos de las espiras, se les llama *Huecas*, y à lo que se eleva para formar las huecas, llaman *Relieve*, de modo, que entre hueca, y hueca hay un relieve, y entre relieve, y relieve una hueca, y el conjunto de huecas, y relieves componen las espiras, ò helices. En algunas prensas hay dos usillos, y en lugar de tuerca baja una tabla, à que llaman *Vigueta*, y cae sobre otra, en que está lo que se vá à prensar, ò oprimir, y se llama *Mesilla*. En algunas partes varian no poco, y especialmente à lo que aqui llamamos *Relieve*, le llaman muchos *Alto*, ò *Paso* de la hueca.

lieve , y la rosca exterior , que tiene las espiras , ò helices socabadas , para que el relieve de la una entre , y ajuste en las huecas de la otra. En esta máquina se halla el servicio de la palanca con muchas ventajas. Hacese caminar el cilindro con sus roscas à modo de torno , y à medida , que las espiras caminan obliquamente , y entran en la tuerca , adelanta el usillo algunos puntos de la altura vertical , y lebanta lo que halla encima , è impéle , y comprime perpendicularmente lo que está debajo : y quanto estas espiras de tuerca , y usillo están mas cercanas unas de otras , menos es menester , que trabajen , y caminen , no obstante , que no hay instante en que no adelanten ácia el término que buscan. Esta es una comodidad semejante à la que se encuentra al arrimar à la cima de un monte , desde donde se descubre un País hermoso , y agradable , con el trabajo solo de subir por un declive , ò cuesta , à quien las bueltas , y recodos hacen insensible , y suave , de modo , que apenas se diferencie de la linea horizontal. Asi en un declive , como en la rosca , el trabajo , que se experimenta al subir un peso , ò su proprio cuerpo à determinada altura , se aumenta à proporcion , que se disminuye la longitud: lo que se quiere ganar de tiempo , se pierde de fuerza , y el hombre necesita de este asunto más de la fuerza que del tiempo

Aunque las frotaciones sean grandes en el uso de la rosca, à proporcion que las superficies, que se tocan, son largas, y se prolongan: esta dificultad, que es como un nuevo aumento de peso, ò de resistencia, se disminuye, y suaviza quanto es posible: lo primero, con la perfecta conformidad de la altura, y del diámetro de las espiras interiores, y exteriores en toda la extension, que tienen; y lo segundo, por medio de la longitud, que se dá à la palanca, que hacen subir, ò bajar la tuerca. La utilidad, y servicio cómodo, que nos franquéa esta máquina, se deduce de la comparacion de los espacios corridos por el cilindro, y por la palanca, segun los principios, que yá tenemos insinuados, de que las potencias, prescindiendo de las fuerzas, están en razon inversa de los espacios. El cabo de la palanca, y la potencia, que se le aplica, forman una linea circular, que se puede rectificar, ò reducir à una linea recta, siendo, como es el radio del circulo; y asi, por consecuencia será la palanca, ò brazo, y fuerza, que se le aplica, la sexta parte del circulo, que forma un poco menos. Si el camino, que anda la tuerca con la resistencia en linea perpendicular, es la centesima parte de el que anda la palanca, la potencia de una libra, aplicada à la palanca, lebantarà, ò hará bajar una resistencia

cia

cia del valor de cien libras aplicada al cilindro , ò al usillo. Tal es la medida del auxilio , que se encuentra en esta máquina , aunque con mermas , y diminuciones desiguales en las prensas de las Imprentas , en las de paños , y telas , y en todas aquellas prensas menores , en que se baja la máquina por medio de una larga palanca , puesta en una rosca muy fuerte , ò en un usillo , por quien baja la viga sobre el pie de la uba en un Lagar , ò sobre la pasta en un Molino de aceyte.

Dijimos , que le podría faltar à este cálculo una exactitud absoluta en la práctica, no porque ignorémos la proporcion de la linea recta con la linea circular , siguiendo el método de reducir la del circulo à poco mas de tres diametros , lo qual es suficiente para el uso comun de la vida ; sino porque en la mayor parte de las máquinas , y principalmente en estas , son inevitables las frotaciones desiguales , que nos roban una parte de nuestras esperanzas. Pero no por esto es desgraciado el hombre , ni digno de ser llorado ; pues si con una libra de peso no pudiere , aunque lo procure , triumphar de ciento , conseguirá la victoria de ochenta : y su trabajo es todavia mas estimable en este caso , quando yá ha previsto , y conocido el desfalque , pues él procurará compensarle.

La rosca se sujeta à el inconveniente de no servir, sino bajando, ò subiendo la tuerca; y teniendo el usillo poca altura, no puede subir muy alta la carga, ni obrar muy lejos. Una especie de rosca se ha encontrado mas cómoda para muchos casos, y se ha aumentado este beneficio de modo, que llega à parecer un prodigio, quando se le junta, ò añade el rodage, y entonces se llama perpetua. (**)

Rosca perpetua.

En la rosca, que hemos dicho, una buelta entera de la cigüeña, ò manubrio hace, que adelante la tuerca lo que hay de una espira à otra, y quanto estén mas vecinas las espiras, tanto el servicio es mayor, y el uso mas facil, à causa de la superioridad del espacio corrido por la palanca, ò fuerza moviente respecto del termino, que anda la tuerca. En la rosca, à que llaman perpetua, (**), y que consta de un cilindro, y una rueda, el cilindro dá bueltas sin mas movimiento; esto es, sin pasar adelante, ni bolver atrás; pero la rueda, cuyo plano es paralelo à este cilindro, ò cuyo ege es perpendicular al ege de la rosca, presenta sus puntos, ò dientes à las espiras del cilindro, y dando las espiras bueltas con él, impelen los dientes, que se entran, y encajan en sus intermedios, ò hue-

(**) Yá queda notado arriba la diferencia que en esto hay.

(**) O *compuesta*. Vease Tosca lugar cit. prop. IV.

huecas, entrando, y saliendo con una rebo-
cion perpetua.

La primera ventaja de esta máquina con-
siste en la comparacion del espacio corrido por
la cigüeña, mas, ò menos larga, y el espa-
cio, que separa una espira de otra. La segun-
da ventaja se saca de la comparacion del ra-
dio de la rueda con el radio del timpano, ò
rotula B, que trahe la rueda consigo, y de
que cuelga el peso A. La suma de todo esto
es facil de calcular. Supongamos que el in-
terváo entre dos espiras es como 1, y la cir-
cunferencia de una buelta de la cigüeña es co-
mo 100: supongamos tambien, que el radio
de la rotula sea como 1, y el radio de la
rueda punteada como 5; esto es, 5 veces
mayor que el de la rodaja, ò rotula. Multi-
pliquese el radio de la rotula por el interva-
lo que hay entre las dos espiras. Multiplique-
se tambien el radio de la rueda por la circun-
ferencia, que la cigüeña describe en una buel-
ta que dé, y la proporcion entre la poten-
cia, y el peso, será como la que hay entre
estos dos productos: porque si la potencia,
por egemplo, su mano de V.m. estuviera im-
mediatamente aplicada al punto C de la rue-
da, (Fig.IV) la accion de la mano sería al
peso A, como el radio de la rotula al radio
de la rueda. Si el radio de la rotula es la quin-
ta parte del radio de la rueda, basta que la

fuerza , que pone la mano , aplicada à la circunferencia de la rueda sobre el diente , punto C , sea la quinta parte de la pesadéz del cuerpo A. Pero si en lugar de vencer la resistencia por medio de la aplicacion de la mano en C , se hacen obrar en el mismo lugar C las espiras de una rosca perpetua , se adquiere una fuerza muy superior à la precedente. La fuerza , que V. m. pone al presente con su mano , es à la resistencia , que experimenta en C , como el interválo , que sepára dos pasos del cordon espiral , ò dos espiras , (*) es à la circunferencia , que describe la mano , aplicada à la empuñadura de la cigueña. Si el interválo , que hay entre las dos espiras , es solo la centesima parte de la circunferencia descrita , bastará , que la mano ponga una fuerza , que sea la centesima parte de la resistencia , que se experimenta en C , porque la resistencia es , segun hemos visto , solamente la quinta parte de la pesadéz del cuerpo A : con que basta , que la fuerza , que pone la mano , sea la centesima parte del quinto del peso A , ò que esta fuerza sea al peso como una libra à 500. Porque estos

nu•

(*) Es cosa indiferente , que la potencia tire , y haga fuerza contra un plano inclinado , ò que el plano inclinado impela la potencia. Todas las acciones parciales de los puntos de una espira contra el punto , ò diente , que se le presenta , son perpendiculares à la altura del plano inclinado , y paralelas à la base. Porque yá vimos en la nota del plano inclinado , que quando la direccion de la potencia , como GMP , era paralela à la base , era la potencia al peso , como la altura à la base : y aqui la buelta del cilindro es la base , y el interválo de una espira à otra expresa la altura del plano.

numeros son el uno el producto del radio 1, que es el radio de la rotula, multiplicado por el espacio entre dos espiras, expresado tambien por 1, y el otro el producto del radio 5, que es el radio de la rueda, multiplicado por la circunferencia 100: término, que corre la cigüeña, comparado al intervalo de las dos espiras, uno por uno dá uno; cinco por ciento dán quinientos: con que la potencia es al peso como el producto del radio del timpano, ò rotula, y del intervalo de las dos espiras, al producto del radio de la rueda, y de la circunferencia descrita por la cigüeña de la rosca. Esta segunda ventaja de la rosca se puede aumentar sin término con la multiplicacion de las ruedas, con prolongar la cigüeña, y con todas las proporciones favorables.

La tercera ventaja de esta máquina es poder estender su accion à largas, y dilatadas distancias. Las ruedas, que acompañan à la rosca perpetua, tienen su ege, y su rotula, ò rodaja, al rededor de la qual se puede arrollar un cordél, ò maroma, que lebantarà el fardo mas enorme, y le sacará de donde quiera que esté.

La rosca perpetua, que vémos tan à proposito para el manejo de los pesos mas excesivos, que se necesitan transportar, ò mudar de una à otra parte, no es menos apta
pa-

para moderar la caída, ò descenso de otros. Esta idéa la encontramos en los ingenios , ò asadores comunes , cuyo mérito principal , despues de preparar succesivamente al fuego con una detencion uniforme todos los lados de qualquier pieza de carne , está en prolongar el servicio de un cuerpo pesado con la dilacion de su descenso. Este peso , ò cuerpo pesado imita la lentitud de la primera rueda , que acelera el movimiento de la segunda , porque ésta dá otras tantas bueltas , como dá el piñon , corriendo todos los dientes de la primera. De este modo se aumenta la velocidad de rueda en rueda por el encaje de otros tantos piñones como ruedas. Toda la furia de esta aceleracion se descarga sobre una rosca perpetua , que la modéra , y aun embota , y suspende su misma velocidad por medio de dos , ò quatro brazos grandes de hierro puestos en el cilindro de la rosca , y que resisten al movimiento del mismo cilindro à proporcion de su longitud , y de la masa de plomo , que hay en sus cabos , ò de los bolantes , que se les pueden poner con una superficie grande para que encuentren mayor volumen de ayre con que tropezar , y que vencer.

La rosca , ò el plano inclinado , que se re-tuerce , ò ensortija sobre un cilindro , ha tomado , además de esto , multitud de figuras de grande uso , y conveniencia en las necesidades de

de

de la vida. Si el cabo del cilindro está aguzado, ò es puntiagudo, viene la rosca à ser un tirabuzon, ò un saca-fondo (***) para las cubas; pero por poco que este instrumento se ensanche, hace saltar las tablas, y lo pone todo en desorden, como una cuña de mal uso, y fuera de todo proposito. Además de esto, se han llegado à hacer las espiras de semejantes instrumentos, ò planos afiladas, y cortantes, socabandolas, y disponiendo las huecas ácia la extremidad, de suerte, que las partes de la madera, cuyo lugar ocupa el instrumento, ván dando páso al cuerpo de la rosca, y saliendo por la concabidad de las espiras, sin causar mas resistencia: tal es la disposicion de los barrenos, barrenillas, y taladros: y aqui se halla del mismo modo la proporcion inversa de las potencias à los espacios corridos, de suerte, que la fuerza de las manos, que barrenan, ò taladran una madera muy sólida, solo tienen la necesidad de ser à la resistencia, ò materia, que se agugeréa, como es el progreso de la rosca en la madera à la longitud del brazo de la barrena, ò taladro.

Es-

(**) El *Saca-fondo* es un instrumento de hierro, que usan los Toneleros, ò que fabrican toneles, y cubas, para sentar la ultima duela del tonel, y ponerla en su lugar. La empuñadura es un circulo, ò anillo, y la punta en forma de barrena, y algunos le dán este nombre. Veanse el Dic. de las Cienc. Sob. y Odín. pal. *Tire-fond*. El Italiano traduce *Foratoia*, que es lo mismo que Barreno, vease la trad. y los Dic. de Anton. y la Crusc. En España no parece que está en uso este instrumento, à lo menos en muchas partes en que se hacen cubas.

Esta misma proporcion de fuerzas à los espacios corridos se buelve à encontrar tambien en el balancéo de los licores. MM. Pascal, Mariotte, y Belidor, han ilustrado con el mayor cuidado, y felicidad los principios de la Estatica, dandonos las reglas del consumo de agua, que se puede hacer en quantas cosas la pueda emplear la necesidad del hombre. Pero esta parte de las Mathematicas, en que se han hecho grandes progresos, todavia está sujeta en muchos puntos à varias contestaciones, y dudas. Cada dia se descubren en ella nuevas causas de rezelar, y poner el mas exacto cuidado para evitar el error, y los mas inteligentes en esta materia tienen la prudencia de no arriesgar grandes intentos, è idéas, sino es despues de asegurar el lógro con pruebas reiteradas.

A los egemplos precedentes, en que vé V.m. suficientemente, qué especie de sabiduría, y conocimiento pone al hombre en posesion de su dominio, no añadiré, para total cumplimiento de mi promesa, sino una cosa sola: esta es la penetracion con que los Opticos han observado los caminos de la luz en sus diferentes descensos, y arreglado, en consecuencia de este conocimiento, los instrumentos, que aumentan para nuestro uso, multitud, y variedad de servicios, y ventajas.



LA OPTICA.

CONVERSACION QUARTA.

Comencémos por el método de los Opticos, y pasaremos despues à los provechos que se sacan de él. Al caer la luz sobre superficies, que le son impenetrables, y al llegar à encontrarse con cuerpos, que le franquéan el páso, experimenta diversidad de accidentes. Los cuerpos opacos la rechazan à lo menos en parte, y los cuerpos diaphanos no la dejan pasar sino encorbando la linea, que seguia: estos recodos, y dobleces, que padece, ò recibe la luz, ya sea al torcerse en los cuerpos transparentes, ò yá sea reflexando en los opacos, son otros tantos ángulos. Todo el acierto, que nos comunica la Optica à cerca de los efectos de la luz, y sus mutaciones, depende absolutamente del conocimiento de los ángulos, que forman los rayos de luz con las inflexiones, que padece. Snellio, y Descartes son los que mejor han determinado el justo valor de estos ángulos, inscribiendolos en sus circulos para juzgar de un ángulo no conocido con la ayuda de su arco, de senos,

y de otras lineas yá conocidas ; pero principalmente para establecer en todas circunstancias , y casos una diferencia constante , y asignable entre el ángulo de incidencia , y el ángulo de refraccion. Colocando un ángulo dentro de un circulo , se puede , para conocerle , y compararle con otro , emplear el conocimiento del radio , el de su seno , el de la tangente , ò el de la secante. O si no , nos podrémos contentar con la consideracion de las lineas , que forman los radios , y las superficies para tomar triangulos semejantes , cuyos lados correspondientes se pongan en proporcion. De suerte , que el conocimiento de muchos lados , ò de muchos ángulos ayuda à conocer el lado , ò ángulo no conocido. Y yá sea que se use de los triangulos semejantes , ò que se empleen los socorros de los senos , y otras lineas subsidiarias , se procede casi siempre por medio de la regla de tres , ò de proporcion , que es de un uso tan extenso , no solamente en la Optica , sino en todas las aplicaciones , que se pueden hacer de medidas , y fuerzas movientes ; de modo , que podemos mirar esta regla de proporcion como uno de los mas perfectos instrumentos de la sabiduría del hombre.

La proporcion es el conjunto de muchas razones comparadas , ò la semejanza de las razones. La relacion , ò respecto de una linea

à otra , ò de un numero à otro es lo que se llama razon. La razon de 6 à 12 , es ser 6 la mitad de 12. La razon de una linea de 6 pulgadas à otra linea de 18 , es caber , ò hallarse tres veces comprendida en este numero. En la razon de 6 à 18 , el primer termino 6 es el antecedente de la razon ; y el termino segundo 18 es el conseqüente.

No solamente se compara un antecedente con un conseqüente , sino que la razon , ò el respecto del uno al otro se compara tambien con no poca utilidad con el respeto , ò relacion de otros dos terminos , que se consideran , y de que se trata ; de los quales el uno es el segundo antecedente , y el otro el segundo conseqüente. Por egemplo : 2 es la mitad de 4 , como 3 la mitad de 6 : y 1 es à 3 , como 6 à 18. Aqui el primer antecedente es 1 , su conseqüente es 3 , el segundo antecedente es 6 , y su conseqüente 18.

La comparacion , que se hace de la razon que hay entre dos terminos , con la razon que hay entre otros dos , es , segun esto , la que se llama proporcion : y esta comparacion comunmente está compuesta de quatro terminos diferentes , que son los dos extremos , y los dos medios : en la proporcion dicha 1 es à 3 , como 6 à 18 : 1 , y 18 son los extremos , y 3 , y 6 son los medios.

Muchas veces subsiste tambien la proporcion entre tres terminos solamente , porque el conseqüente de la primera razon puede ser repetido , y venir à ser antecedente de la segunda : y entonces se llama medio proporcional: v. g. como 2 à 4 , 4 à 8. El termino 4 es medio proporcional , y se halla repetido , porque 2 es la mitad de 4 , como 4 la mitad de 8. 1 es à 11 , como 11 à 121 ; porque como la unidad , repetida 11 veces , es 11 , ò como la unidad se halla 11 veces en 11 , asi 11 se halla 11 veces en 121 , ù 11 , repetido 11 , veces , son 121 : once , pues , es aqui el medio proporcional , por entrar , quando corresponde , dos veces en las dos razones , entre quienes se hace la comparacion.

Propriedad
de la pro-
porcion.

La proporcion se puede ordenar de muchos modos , que comprehenden todas las aplicaciones , que es dable hacer , y el fruto , que se puede sacar de ella. Considerémos solamente la propiedad mas importante de la proporcion , y su práctica mas comun. La propiedad singular de la proporcion consiste en que el producto de los extremos , multiplicados uno por otro , es igual al producto de los medios , multiplicados tambien uno por otro : y quando hay solos tres terminos multiplicado el medio por sí mismo , es tambien el numero que sale , igual à la multiplicacion mutua de los extremos. En esta proporcion , 2 es à 4 , como 3 à 6 , los extremos

2, y 6 uno por otro son 12, y los medios 4, y 3, multiplicados uno por otro, dán el mismo numero 12: porque lo mismo es multiplicar 2 por el duplo de 3, que multiplicar 3 por el duplo de 2: lo mismo, si se dice 2, es à 4, como 4 à 8: se halla, que 2, termino primero, multiplicado por 8, que es el otro extremo, produce el mismo numero 16, que 4, medio proporcional, multiplicado por sí mismo: porque una cosa misma es doblar el duplo de 4, que quadruplicar el duplo de 2.

Siendo, como es, siempre invariable, y siempre constante esta igualdad de productos de los extremos, con el producto de los medios, nos franquéa la grande utilidad de que juntos yá, y conocidos los tres terminos primeros de una proporcion, obligan al quarto, aunque no conocido, à descubrirse. Si tres Obreros me consumieron este año 80 fanegas de trigo, cuánto consumirán 12 trabajadores otro año? 3 es à 80, como 12 à otro quarto termino, que se busca; yo le debo, pues, hallar: porque habiendo multiplicado los dos medios, el uno por el otro; esto es, 12, y 80, hálló 960; y como el producto de los medios es el mismo que el de 3, multiplicado por el numero, que debe salir, ò venir por quarto termino, del mismo modo que 80 se halla 12 veces, ò 12

Uso de esta
propiedad.

veces 80, en 960, será necesario, que el número de veces, que yo halláre à 3 en este producto, sea el termino quarto que búsko, lo qual es indubitable, si este quarto termino, multiplicado por tres, primer extremo, dá el mismo producto que los medios. Búsko, pues, cuántas veces entra el 3 en 960, y hálllo que 320: porque 320, multiplicados por 3, dán los 960: con que 320 es el quarto termino no conocido, que se buscaba, y que salió yá de su obscuridad, y tinieblas.

Esta operacion, que es la misma en la comparacion de los numeros de las magnitudes, y de las fuerzas, se llama, como V. m. sabe, regla de oro, por el aprecio que siempre se hizo de ella, y de los frutos, y riquezas de sus producciones. Quando hay muchas proporciones que hacer, se puede abreviar la operacion, ò el signo, escribiendolas de esta suerte: $1, 3 :: 6, 18. 3, 80 :: 12, 320.$ Y quando se empléa un medio proporcional, se escribe asi: $\frac{25}{50} :: 50, 100,$ en lugar de $25, 50 :: 50, 100.$ (**)

Veamos yá el modo con que ponen los Opticos en obra la proporcion para asegurar sus operaciones. No usaremos sino solo de dos egemplos, ò proporciones: la una, por

(**) De modo, que los quatro puntos :: es lo mismo que decir como: esto es, por egemplo, 1 à 3, como 6 à 18, &c.

por cuyo medio enseñan los Opticos à determinar toda especie de alturas con la ayuda de un espejo: (**) y la otra con que nos explican, por qué los cuerpos que se mueven rapidisimamente, parece que están en quietud, y sin el menor movimiento.

1.º Suponiendo la igualdad del ángulo de reflexion con el ángulo de incidencia, (*) establecen los Opticos una regla muy inteligible, y simple para determinar prontamente la altura de un Campanario, ò la copa de un arbol, con la inspeccion sola de un espejo. Tómese, dicen, un espejo de faldriquera, y pongase en el suelo en la parte en que se empezáre à vér la cumbre de la Torre, ò Cruz, cuya elevacion se busca; y quando, adelantando, ò atrasando la luna del espejo, se vé yá el punto de la altura en que está el gallo, ò beleta, déjese puesto horizontalmente el espejo, ò echado sobre la tierra, y tómese la distancia que hay entre los pies de quien mira, y el espejo, y despues la que hay desde el espejo hasta el pie de la Torre. Concibanse, ò tirense tres líneas perpendiculares, y separadas con otras tantas pequeñas partes proporcionales, como se hubiesen hallado pies en estas dos distancias. Lo 1.º una línea, à quien llamaremos h,

Medir una altura con solo el auxilio de un espejo.
Fig. 1. de la Optica.

(**) O vaso de agua, &c.

(*) Vease el Espectaculo de la Naturaleza, tom. 4. conv. 3.

h, que será la altura del Espectador, ò Medidor. 2.º La perpendicular P al punto de incidencia. 3.º La altura indefinida de la torre H: todas tres son paralelas. De la altura del Espectador h tirése una linea à la incidencia P. Este es el rayo reflejo. Tirese otra linea debajo del mismo ángulo desde P hasta tal punto indefinido H, à que pueda llegar, cortando la GH. Este será el rayo de incidencia. Porque el rayo incidente HP hace con la linea H, y con la perpendicular P dos ángulos iguales, pues son alternos entre paralelas: lo mismo ejecuta tambien en su reflexion entre la perpendicular P, y la altura del Espectador h: el ángulo G en el triangulo grande es recto; y en el pequeño lo es el ángulo d, siendo cada uno de 90 grados: por otra parte, por ser los ángulos H, y h iguales de una, y otra parte, es necesario, que cada triangulo complete su igualdad à dos ángulos rectos, con la igualdad de los dos ángulos, que quedan al un lado, y al otro de P: luego el triangulo grande, y el pequeño son semejantes, con que se pueden comparar los lados; y los correspondientes se hallarán proporcionales. De la vista del Espectador h al Horizonte d contamos cinco pies. De la linea, que forma el Espectador à la incidencia P, contamos la pequeña distancia de dos pies. Supongamos (aunque la figura es mas pequeña, que lo que pedia una medida exacta) que desde el punto de incidencia en don-

donde se vé el gallo , ò beleta , en el punto P, se han hallado 70 pies hasta el de la torre: poniendo pues en proporcion estos tres terminos primeros , debemos hallar el quarto, que nos dará la altura buscada.

Dirémos , pues , como dos pies , pequeña distancia , son à cinco pies de altura desde el Horizonte à la vista , asi 70 pies , distancia mayor , à un quarto termino , aun no conocido de la altura de la torre. Multipliquense los medios 5 y 70 uno por otro , y el producto será 350. En este termino , cuántas veces se contiene el 2? Partidos los 350 por él , se hallará , que 175 veces : con el qual numero , multiplicando el 2 , salen los 350 mismos : con que 175 será el un extremo , que multiplicado por el primero , que es 2 , dá lo mismo que los dos medios 5 , y 70 ; esto es , dán una , y otra multiplicacion 350. Tenemos , pues , yá el quarto termino de la proporcion , y el gallo , ò beleta de la pyramide está infaliblemente à 175 pies de la tierra. De este modo , sin otro preparativo que el de un espejo comun , y de una figura hecha en la arena , se pueden de un instante à otro determinar todas las alturas , cuyo pie , ò cimientto sea accesible. (**)

2.º Añadamos à éste el otro egemplo de la certidumbre , que acompaña las operacio-

Tom. X.

Dd

nes

(**) Pues ordenados los terminos , multiplicando el segundo por el tercero , y partiendole por el primero , tenemos el quarto termino , que se busca.

Por qué quando los cuerpos caminan muy veloces parece que no se mueven.

nes de la Optica. Un cuerpo, dicen los Opticos, aparece en quietud de segundo en segundo de tiempo, con que rueda en nuestro circuito con alguna velocidad, si el espacio que corre en un segundo, no es à la distancia en que se halla respecto de nosotros, sino como una tangente imperceptible, comparada con el seno total.

Fig. 2.

Sea el radio, que es lo mismo que el seno total R; la tangente T; la secante que la termina S. El espacio corrido por un cuerpo puesto en movimiento, es à la distancia de este cuerpo à la vista, como la tangente es el radio, ò seno total; porque estando el radio supuesto de diez millones de partes iguales, y supuesta tambien, como lo está, la tangente, corrida en un segundo, de 727 partes solamente, esta tangente es un espacio insensible; y la secante en este caso aun no se ha separado, ni se distingue del radio para la vista: con que el cuerpo que ha corrido, aunque velozmente, esta tangente, no parece que ha mudado lugar de un segundo à otro, y siempre se representa en quietud. La mutacion de lugar, que hace un cuerpo, no se hace sensible, sino por la abertura del ángulo, mayor que la medida, que acabamos de decir: por egemplo, se perceberá este movimiento, y mutacion de lugar, quando la secante, que le conduce, haya llegado à V.

La

La Astronomía (*) prueba la verdad de esta proporcion , y determina , y fija la abertura , es preciso dár al ángulo , para hacerle sensible. Corriendo un Astro en 24 horas los 360 grados de su reolucion diaria, corre 15 segundos de grado en un segundo de tiempo : y como este espacio, aunque muy grande en sí mismo , viene à ser para nosotros imperceptible , y lo mismo que si no fuera , comparado con la distancia que hay de nosotros al Astro , es como una tangente de 727 partes, comparada à un radio , ò seno total de diez millones. Tal es , por el cálculo , el respeto que se halla entre el espacio corrido , de un segundo à otro por un Astro , y la distancia de estre Astro: pues segun consta por la experiencia , y por el hecho, este espacio es insensible , y no corriendo el Astro de un segundo à otro sino 15 segundos de grado , parece que siempre está quieto. Esto mismo sucede en todo cuerpo movido, en cuyo movimiento se encuentra esta misma proporcion. Si el espacio corrido no es à la distancia de la vista , sino como 727 à diez millones, la razon es la misma , que la que hay de 1 à 1375 ; esto es, por decirlo asi , un punto insensible en la presencia de un cuerpo enorme : luego un movimiento , que se dá con se-

Dd 2

me-

(*) P. Regnault Entr. Mathem.

mejantes circunstancias, no es perceptible de manera alguna.

Tal es el modo, y de esta especie es el trabajo que han tomado los Opticos para justificar lo que han adelantado en sus afanes. Las demostraciones se hallan en las obras de Dechales, de Molineux, de Muschembroeck, y del P. Regnault, &c. Pero al modo, que usando estos sabios Mathematicos de las proporciones, que se hallan entre los diversos senos, secantes, y tangentes, supusieron las tablas de todo esto yá compuestas, sin tomar por sí este trabajo; podrémos nosotros tambien sin riesgo descargar sobre ellos todos los cálculos, y aprovecharnos de lo mas agradable, que nos prepararon con su trabajo; esto es, de las verdades mas deliciosas, y de los instrumentos mas utiles.

La luz es el objeto de la Optica. Su presencia la conocemos confusamente, quando entran en nuestros ojos algunos rayos como arrojados por la casualidad, y sin orden, ni colocacion alguna; pero vémos una figura distinta, quando estos rayos de luz se introducen en nuestra vista ordenadamente, colocando la extremidad de los hilitos, que los componen, con el mismo orden que tienen en sí los puntos, que el cuerpo luminoso, de donde parten, ò los puntos del cuerpo opaco, de don-

donde reflexionan : en los asertos siguientes iremos viendo el modo con que esto pasa.

1 Los cuerpos luminosos , asi como los cuerpos sonoros, obran circularmente, produciendo su accion en la esfera que los rodéa, y las superficies, que encuentra la luz, la hacen reflectir, como reflecte tambien el sonido.

2 La luz, como el sonido, desde qualquiera parte que la arrojen, ò impelan, obra en linea recta.

Progreso de la luz.

3 Esta es la causa por que las lineas, que corren el sonido, y la luz son rectas, sin torcerse, ni encaminarse à lado alguno. No obstante que tengamos una absoluta, y total seguridad de que la luz, y el sonido doblen su derrota, y tomen nuevo rumbo, oponiendoles ésta, ò la otra superficie; siempre será preciso, que el camino que hagan sea recto, y conducirán à tal, ò tal punto el eco, ò la luz.

4 Este es el principal fundamento de la Optica, y de la Acostica, ò ciencia perteneciente al sonido, y à su percepcion.

5 Si la bocina (***) de un Cazador suena al lado de acá de un monte, se oye en el valle, que está de la otra parte del monte mismo; si con un viento vehemente llegamos à oír el tóque de una campana, que antes se percibia con dificultad desde el mismo parage, es

por-

(**) © corneta, ò trompetilla.

porque las líneas del sonido de la bocina, ò campana se doblaron, encontrado en el camino, que seguian , alguna madera, pared, peñasco, ò ayre mas espeso; y aun solas una, ò dos hojas de un arbol, opuestas obliquamente, bastan para que, doblándose la línea, que trahia el sonido, llegue de dobléz en dobléz à los oídos, à que no la encaminaba su primera direccion. El ayre espesado, y compacto por razon del viento, llega à ser una superficie capáz de rechazar, è impeler obliquamente, y aun à multiplicar las líneas del sonido, dirigiendolas à donde no serían sensibles de otro modo por razon de la debilidad, y dispersion con que llegarán; y aun acaso no llagarían de modo alguno. Por la misma causa, si un rayo de luz, que corta el ayre entre multitud de nubes, ò que atraviesa un aposento obscuro, se percibe desde el lado, es porque estos espacios están llenos de vapores, ò de cuerpecillos, y átomos, bastantemente macizos para reflectir lateralmente algunas particulas de aquel rayo luminoso, el qual no era para nosotros, ni se dirigía à nuestra vista; pero aquella ligera reflexion nos instruye de su pasage, y nos dice su camino.

6 Todas estas líneas, y rayos de luz son densas, muy unidas, y fuertes en su principio, y su accion es eficáz, conforme à su densidad; pero à proporcion que alargan sus jornadas, y es ampla la esphera à que se estienden,

se enralecen, y esparcen, enflaqueciendose su accion, y su eficacia segun la divergencia que padecen.

7 La regla de la disminucion de la luz es esta: *La luz se disminuye segun la razon inversa del quadrado de la distancia.* Hagamos clara esta regla en quanto sea factible. Si tomamos un globo, y le dividimos en dos mitades, tendrèmos en cada una de las partes la superficie, ò el plano del circulo mayor de este globo. Tòmese en esta superficie una porcion comprehendida entre dos radios, y un arco: *Fig. 3.* córtese este seçtór con un radio, dividido en tres partes iguales, para formar por ellas otros tantos arcos. Este seçtór, y consiguientemente toda la superficie del circulo maximo se aumentará como el quadrado del radio. En a, el quadrado del radio de un pie, multiplicado por 1, es 1. En b, el quadrado de 2, multiplicado por 2, es 4. En c, el quadrado de 3, multiplicado por 3, es 9; y si fuese mayor, el radio de 4, daría 16, el de 5, 25, y asi en adelante. Asi, pues, la disminucion de la luz es inversa del quadrado de la distancia; y si habiendo medido la distancia del agujero de una camara obscura à la pared, que le haga frente, se pone delante del agujero mismo de la camara una vela encendida dentro de una caja, se verá, que la luz recibida sobre un carton, à un pie del agujero, es muy fuerte; que

que à dos pies del mismo agujero disminuye, no solo la mitad, sino el quadruplo teniendo 2, por quadrado à 4, y asi en adelante: de suerte, que las diminuciones son como los quadrados de los aumentos, que vá tomando la distancia; de modo, que en donde el quadro del radio es 4, la luz es quatro veces menor que era al principio, y donde el quadrado es 9, la luz es nueve veces menor, que fue en su nacimiento; y à quatro, cinco, ò seis pies, es solo la decimasexta, vigesimaquinta, y trigesimasexta parte de lo que era al salir del luminoso, siguiendo siempre el quadrado inverso.

8 Quando, por el contrario, los rayos de la luz, en lugar de separarse, y ser divergentes, son convergentes, ò, lo que es lo mismo, se reunen, y acercan, tendiendo à un mismo punto, y partiendo como de la base de un cono, para ir à parar al vertice, se fortifican à medida que se aproximan al punto comun, que los debe reunir; y asi, tambien el aumento de fuerzas en este caso es en razon inversa del quadrado de la distancia; esto es, que la luz vá entonces creciendo, como el quadrado de la distancia vá disminuyendo; de suerte, que la luz convergente es 4, 9, 16, 25 veces mas fuerte, è intensa, quando la distancia se halla, respecto del mismo punto, 2, 3, 4, 5 veces mas pequeña que antes.

9 De muchos rayos, que parten de un mismo cuerpo luminoso, cayendo sobre una superficie, el mas directo, consiguientemente à las dos advertencias precedentes, es el mas activo, por ser el mas corto, el mas denso, y menos desunido, y disperso: al contrario, los obliquos, prolongandose mas, y mas, se esparcen, y extenúan con la mayor longitud de su camino. Y asi, mirando à la Europa, como una dilatada superficie, la luz del Sol es mas corta, y mas activa sobre España, y sobre Italia, que sobre Francia; y es mas eficaz en Francia, que en Inglaterra, y Holanda, y mas intenso en estas partes, que en Suecia, y Laponia.

10 No es solamente la simple dispersion de la luz la que la hace féble por razon de la longitud del camino, y obliquidad de la carrera; pues concurren al mismo efecto los cuerpos en que reflecte, y se oponen mas, y mas à la direccion, que trahe. Un vapor embota su vivacidad: la luz tiembla, ò parece agitada como los corpusculos, que la cruzan, y flotan, ò navegan en ella, y la niebla puede espesarse tanto, que totalmente la impida su derrota, y caída natural. Como todas las propiedades de la luz pueden traer mucho provecho à la sociedad, se ha puesto mucho cuidado en estudiar sus caminos, dirigiendolos siempre ácia la conveniencia del hombre.

El punto de
el luminoso.

11 Llamase punto radiante , ò del luminoso , aquel punto , de donde parten los rayos divergentes.

El foco.

12 Foco se llama el punto del concurso en que se juntan los rayos convergentes.

La imagen
del Sol en
un quarto, ò
cámara obs-
cura.

13 Hagase en la ventana de una cámara , ò aposento obscuro un agujero redondo , de modo , que forme un plano paralelo al plano del Sol , y que no éntre mas luz por otra parte. En este caso se formarán opuestos à un mismo vertice dos conos de luz, el uno compuesto de rayos , que provienen del limbo , ò orillas del Sol , y llegan hasta la abertura , que se hizo ; y el otro compuesto de los mismos rayos , que del punto del concurso en que se cortan , ván separandose poco à poco en el quarto , ò cámara obscura ; y siguiendo en ella un camino contrario al precedente , despues de haberse cruzado. Cortese este ultimo cono , oponiendole un cartón. Si se coloca paralelo al plano del Sol , se verá la imagen de este luminar , ò la base del cono perfectamente redonda. Si el cartón corta de través este pequeño cono de luz , como quien no repara en el aspecto , y paralelismo del Sol , se descubrirá sobre el cartón la misma imagen , pero irregular , y prolongada : estas son dos secciones cónicas : entendamonos. Esta pequeña masa , ò como lío de rayos de luz, que empieza desde el ver-

tice mismo , que está en la abertura de la ventana , à ensancharse por puntos , parece un pylon pyramidal de azucar : cortese , pues , éste de modo , que todos los puntos del corte , ò cuchillo , que le hace , estén igualmente distantes de la punta : en este caso queda una redondéz perfecta. Cortese al sesgo , y obliquamente : y yá tendrémos un obalo , ò una figura obalada.

14 La imagen del Sol está inversa , porque el rayo , que viene de la parte superior del Sol , vá en la cámara , y cartón à parar à la inferior , y el rayo de la parte inferior del Sol sube à la superior en el cartón. El que viene de la diestra al agujero de la ventana , se cruza allí con el que viene de la siniestra , y continuando su camino en la cámara , se hallan todos en la imagen , que forman del Sol , con una situacion contraria à la precedente.

15 Por esta misma razon , no dejando en una ventana sino un pequeño agujero , se vén los objetos de la calle pintados en la pared opuesta ; pero la pintura sale inversa , porque el rayo , que partió del umbral de la casa , que está en frente de la ventana , vá à parar à lo alto de la imagen , y el que salió del techo dá consigo en la parte inferior de la figura , el de la diestra pasa à la siniestra , y así à proporcion todos los de-

más. Esta imagen se pinta tosca, y endeblemente: ahora verémos cómo se la puede perfeccionar con la ayuda de una lente, aplicada à la abertura, ò agujero de la ventana. V.m. sabe yá de antemano, que los rayos, que salen de un solo punto de la casa, ò objeto, que se ve, y que llegan dispersos à toda la superficie del vidrio, se juntan en un punto en la pared; pues esto mismo sucede con todos los demás puntos, lo qual fortifica, aclara, y perfecciona la imagen.

16 En la imagen del Sol, tomada con precaucion, y cuidado, se pueden vér las manchas del cuerpo solar: lo que ván adelantando diariamente en su camino, y las mudanzas que padecen de lugar: cuánto tarda una mancha desde que desaparece en una orilla, hasta que sale por la opuesta: se puede tambien saber, cuánto tarda el Sol en dár una vuelta, rodando sobre sí mismo, ò sobre su ege. Se puede comparar el cono, que se estiende desde la imagen del Sol hasta la abertura de la ventana, con el que se estiende al contrario, desde la abertura de la ventana hasta el disco solar. Puedense traer à terminos de proporcion el semidiametro de la imagen, su distancia à la ventana, y la distancia de ésta al Sol, y por estos tres terminos, que se juzgan conocidos, se puede llegar à conocer el quarto, que es el semidia-

me-

metro del Sol: el semidiametro conocido dá la superficie de un circulo maximo, y de la circunferencia. Esto conducirá al conocimiento de la solidéz, y con poco trabajo, y corta diferencia se podrán saber los pies cúbicos de materia, que tiene aquel Astro hermoso. Todavía puede servir esta imagen para alguna otra cosa mas útil. Dividase, pues, la imagen del Sol en algunas partes bien numeradas, aunque pequeñas, de modo, que se distingan perfectamente las lineas de division, y se verá, en el tiempo de un eclipse, la entrada de la sombra lunar en la imagen del Sol; se notará el progreso de esta sombra, la duracion del tiempo en que pása, y el instante en que el Sol se ve desembarazado, y libre de aquel estorvo, y desmayo. La diferencia de las horas en que la Luna éntra en la sombra de la tierra, observada en diversos lugares, manifiesta justa, y seguramente cuánto un Observador se halla mas oriental que otro, con que sirve para perfeccionar la Geografia.

17 Quando los rayos de luz pasan de un medio à otro, por egemplo, quando del ayre caen sobre una masa de crystal, ò sobre la superficie del agua, hay casos en que esta luz reflecte enteramente, y hay otros en que reflexionando en parte, es la que resta recibida en el nuevo medio, que halló.

El

18 El rayo de luz , que cae à plomo sobre una superficie , y buelve atrás , lo ejecuta por el mismo camino por donde cayó, siguiendo la perpendicular, que dirigió la caída.

Fig. 4. 19 La parte del rayo de luz, que reflecte en una superficie como E, despues de un descenso obliquo, buelve atrás con la misma obliquidad.

Angulo de
incidencia.

20 El ángulo, que forma el rayo de luz obliqua con la perpendicular, tirada en la superficie en que cae la luz, es el ángulo de incidencia I.

21 El ángulo, que con la misma perpendicular forma linea por donde el rayo resalta, ò reflecte, es el ángulo de reflexion.

22 El ángulo de reflexion es siempre igual al ángulo de incidencia.

23 El rayo, ò parte del globulo, y masa de luz, que pása de un medio à otro, y penetra cayendo à plomo en él, atraviesa el segundo medio perpendicularmente como cayó, sin doblarse à un lado, ni à otro, sea pasando de un medio mas raro (***) à otro mas denso, como del ayre al crystal, ò sea pasando de un medio mas denso à otro mas raro, como del agua al ayre, ò de una masa grosera de ayre, à otra mas ligera, y clara.

La refrac-
cion, y la
dioptrica.
Fig. 5.

24 Si el rayo luminoso llega obliquamente à la superficie del nuevo medio N M en

(**) O Rale, segun muchos.

en que éntra , tuerce la primera direccion , y se dobla , ò aproximandose à la perpendicular , ò alejandose de ella , y forma con la linea perpendicular à la superficie del medio , en que es recibido , un ángulo mas pequeño , ò mas grande , que el de incidencia conforme à la naturaleza de los medios: y à este ángulo se le dá el nombre de ángulo de refraccion R. En la fig. 5. es un ángulo de refraccion mas pequeño , que el de incidencia I.

Angulo de refraccion.

25 La linea de incidencia I , prolongada en el nuevo medio , forma con la linea de refraccion R. un pequeño ángulo D , que se llama ángulo diferencial , porque hace mani-
fiesto aquello en que el ángulo de refraccion R difiere del ángulo de incidencia I.

Angulo diferencial.

26 Quando el rayo I pása de un medio mas raro , qual es el ayre , à un nuevo medio mas espeso NM , qual es el agua , ò el vidrio , se dobla aproximandose à la perpendicular , y forma un ángulo de refraccion R , menor que el de su incidencia I.

Valor de los ángulos de refraccion, segun los medios.

27 Quando , por el contrario , el rayo de luz: por egemplo R , haviendo reflexionado , ò padecido reflexion en la superficie de un objeto , que está dentro del agua en R , pása à un nuevo medio menos espeso , qual es el ayre , se dobla segun la linea I , separandose de la perpendicular , y forma de este modo en el ayre el ángulo de refraccion I mayor

yor

yor que R, de la cantidad del pequeño ángulo D.

28 Por la exacta comparacion, que los mas célebres Opticos han tenido cuidado de hacer de todos los senos de estos ángulos, se ha llegado à establecer una razon constante entre el ángulo de incidencia, y el de refraccion, al pasar de un medio à otro. Asi el rayo de luz, que pása del ayre al vidrio, se rompe formando un ángulo, que es respecto del de incidencia, como 2 à 3, y entonces el ángulo diferencial es la mitad, ò casi la mitad del ángulo de refraccion, y el tercio del ángulo de incidencia. Al pasar del ayre al agua, el rayo se dobla menos, el ángulo diferencial es mas pequeño, y el de refraccion algo mayor, que en el vidrio: y asi, este ángulo es al diferencial, como 3 à 1, y el ángulo de incidencia es al de refraccion en el agua, como 4 à 3, con que es al diferencial, como 4 à 1: pues el ángulo de incidencia, que es equivalente al ángulo de refraccion, y al ángulo diferencial juntos, contiene necesariamente 3, y 1, hecha la comparacion con los otros dos. Si, al contrario, pasa el rayo luminoso del vidrio, ò del agua al ayre, forma en el medio mas raro un ángulo de refraccion, que tiene de mas, lo que tenia de menos en el medio mas denso.

29 El camino que tomaba la luz, pasando de un medio mas raro al mas denso, es el contrapuesto à la derrota, que seguia al pasar del denso al mas raro: formandose la refraccion en el caso primero por la linea de incidencia del segundo, y del mismo modo, lo que era linea de incidencia en el primer pasage, viene à ser linea de refraccion en el segundo.

30 El ángulo de refraccion es grande, à proporcion que lo es el de incidencia, y el uno disminuye, como el otro, su magnitud.

31 Háse pretendido muy séria, y aun geométricamente explicar la causa de estas experiencias, y proceder de la luz por medio de cierta virtud atractiva, que reyna (dicen) en la superficie de los medios mas sólidos; de suerte, que quando la luz entra en ellos obliquamente, la direccion de su obliquidad se halla alli con una especie de inflexion, ò recodo, à causa de la atraccion. La luz se introduce mas que lo haría con sola su primera direccion, y en su entrada se aproxima à la perpendicular quando, por el contrario, al salir de un cuerpo mas sólido, y macizo, para entrar en otro mas raro, y que atrahe menos, se aleja el rayo de la perpendicular, y se inclina siempre ácia la superficie atractiva.

Esto se llama introducir una causa en donde se quiere, y decir despues, que se encontró alli. La Geometría, que añaden, no prueba

tampoco otra cosa : podriáanse calcular las influencias de los planetas ; y se podrían tambien poner estas influencias en contienda con ciertas virtudes locales , de manera , que en una parte atrájesen , y rechazásen en otra. Podriáse hermosear tambien el *systema* , convirtiendo las atracciones en repulsas , luego que pasasen de ciertas lineas , y figurarse de este modo , que explicaban toda la naturaleza. La Geometría está pronta à toda especie de suposiciones: pone en orden quanto se supone ; pero por defecto de la suposicion no demuestra realidad alguna. No es cosa inutil , por cierto , notar, que la luz , al doblarse , pasando de un medio à otro , sigue una regla contraria à la de los demás cuerpos. Una bala de plomo , ò una piedra arrojada obliquamente al agua , entra en ella , alejandose de la perpendicular , y sale al ayre , acercandose à ella. Pues , y qué hace aqui la atraccion , que no remedia el desorden ?

32 Conocido yá una vez , y determinado este respecto del ángulo de incidencia , y del de refraccion , aunque padezcan algunas desigualdades , como sucede quando los ángulos se aumentan mucho , basta para preveer lo que sucederá à las masas , y rayos de luz , ò qué curvatura tendrán en los diferentes medios en que entren , sin buscar la causa , que à la verdad no la sabemos.

Los

33 Los cuerpos transparentes, que atraviesa la luz, pueden ser planos, ò esfericos, ò plano-convexos, ò plano-cóncabos, y de otras maneras. Traigamos à la memoria, que se llama punto radiante aquel de donde parten los rayos divergentes; y foco aquel punto, ácia el qual se ván à unir, si son convergentes.

Tránsito de la luz por un vidrio plano.

34 Al pasar la luz obliquamente desde V, por el plano PP, que es de cristal, se dobla entrando en él, y se aproxima à la perpendicular, formando un ángulo mas pequeño que el de incidencia; pero al salir del cristal por la otra parte, y entrar en el ayre, se aleja de la perpendicular, y la linea de refraccion en el ayre, llegando à la vista O, hace ángulo igual al de incidencia V sobre el cristal: luego estas dos lineas son paralelas: y si muchos rayos obliquos son paralelos entre sí al entrar, serán paralelos en todas sus refracciones, y bolverán à su primer paralelismo al salir. Pero si la linea, por la qual la vista O percibe el objeto, se prolongáse, irá à parar à A, no à V; y aunque el objeto esté en V en su lugar verdadero, la vista le descubrirá, un poco al lado, por la linea OA, en el lugar aparente A. Segun esto, el vidrio plano hace alguna mutacion en la vista de los objetos, pero la mutacion de lugar, que ocasiona, es muy pequeña: porque todas las lineas de luz buelven

Fig. 4.

à tomar , al salir , la misma disposicion , que tenian entre sí antes de entrar en el vidrio plano.

Fig. 7.

El ege.

35 Hagamos caer , ò supongamos que cae sobre la superficie plana de un vidrio plano-convexo P C el rayo perpendicular A , y su paralelo PP. El rayo A por la proposicion 22 , pasa del ayre al vidrio, y del vidrio al ayre, sin doblarse à parte alguna: los Opticos le dán el nombre de ege , por permanecer como inmoble, quando los demás rayos de luz en su circuito ruedan, y mudan lugar. El paralelo PP, siguiendo la misma direccion en el lado plano , tampoco se dobla de modo alguno al entrar ; pero en pasando al ayre, al salir del lado convexo encuentra obliquamente la perpendicular tirada del centro CC. Por la proposicion 27 , si este rayo entrára obliquamente en el vidrio, se aproximára à la perpendicular un tercio del ángulo de incidencia , representando por el ángulo en el vértice I , y por la 28 , aqui se aparta otro tanto. El ángulo diferencial D conduce el rayo roto à R , en donde se reune al otro rayo A , à una distancia del vidrio convexo , del valor de un diámetro de la convexidad , ò el doble del rayo tirado del centro CC.

36 De esta proposicion , y de la 28 se sigue , que si el rayo R toma su camino obliquo R D , de la distancia de un diámetro del vidrio plano-convexo , entrando por la parte
de

de la convexidad, formará un ángulo menor con la perpendicular, y quedará la línea, que corra, paralela al radio A, saliendo perpendicularmente al ayre, y yendo à dár consigo en PP, sin dejar el paralelismo con el ege, ò con el rayo perpendicular A.

37 El rayo paralelo P, cayendo sobre un plano convexo por el lado de la convexidad, forma un ángulo de incidencia con la perpendicular tirada del centro C: y se acerca todavía mas entrando en el vidrio, y hace con ella un ángulo mas pequeño. Si este rayo de luz siguiera la misma línea al salir del vidrio, iría à reunirse con el rayo perpendicular A en r, à diámetro y medio de distancia de la convexidad. Pero declina, y se rompe de nuevo luego que llega al ayre, apartandose de la perpendicular, mas que si se encaminára à r, y vá à reunirse con el rayo A en R, à la distancia de un diámetro, respecto de la convexidad.

Figura 34

38 Consiguientemente à lo que acabamos de decir, un rayo de luz, que saliera de R à la distancia de un diámetro, y llegáse al plano, saldría paralelo por el lado convexo.

39 Quando el vidrio es plano-convexo, se halla por la medida de los ángulos de incidencia, y de refraccion, que la luz, yá éntre por el lado plano, ò yá éntre por el lado convexo, yá llegue con rayos paralelos,

ò

ò yá se encamíne , y presente con rayos divergentes de la distancia de un diámetro , los rayos siguen con corta diferencia las mismas derrotas, ò caminos respectivos en uno , y otro lado del vidrio plano-convexo.

40 Las salidas de la luz , que nos son ventajosas en los vidrios plano-convexos , consisten , ò en dirigirse con rayos paralelos ácia la vista , ò en llegar à ella por medio de rayos convergentes à la distancia de un diámetro. Muchos rayos hay con obliquidades diversas , y que podrían , ò ir à parar al centro , ò juntarse antes de llegar à él , y aun llegar à ser sumamente divergentes ; però como estas direcciones no se encuentran aptas para formar claras , y distintas las imagenes en nuestra vista , es inutil detenernos en su averiguacion.

Vidrios lenticulares.
Fig. 2.

41 Vidrio lenticular , ò lente , se llama aquel vidrio , que se termina por sus planos en dos porciones de esfera , como L. El rayo de luz , à que hemos llamado ege , y que se halla en medio de la masa de rayos luminosos , que se supone caer sobre la lente, la atraviesa , sin doblarse à una , ni à otra parte , quando vá à parar al centro. A cerca de estos rayos de luz no advertiremos yá mas. Los otros rayos , sean obliquos , ò sean paralelos , que no caminan al centro , todos son obliquos , respecto de la convexidad : con que

todos padecen inflexion , ò se rompen , y doblan dos veces , la una entrando , y la otra saliendo , y siempre conforme à la regla de la proposicion 27 : no será , pues , necesario representar en figuras la perpendicular , que arregla cada reflexion : ni las lineas sordas , ù ocultas , que señalan la derrota , que tendría cada rayo , si continuáse su camino , pues esta multiplicidad de lineas causaría confusión.

42 Los rayos paralelos PP , cayendo sobre una lente L , se rompen dos veces , y tienen por foco el centro C.

43 Con que , por la proposicion 28 , los rayos divergentes , que parten del centro de la convexidad C , salen paralelos como PP.

44 Los rayos , que son muy divergentes , partiendo , por egemplo , de el punto radiante D entre la lente , y uno de los centros de la convexidad c , vienen à quedar menos divergentes , quando salen como SS.

45 Con que los rayos , que entran en el vidrio lenticular convergentes como SS , lo serán aun mas en su salida , y concurrirán ácia D.

46 En una palabra : estando el punto radiante del lado de acá del centro ácia D , los rayos salen divergentes como SS ; si el pun-

to radiante está en el centro en c , ò en C , salen paralelos como PP , y si estubiese el tal punto mas lejos que el centro C , ò c , de una de las dos partes, serán convergentes, y se unirán mas, ò menos lejos, mas allá del centro opuesto.

47 Todos los puntos de los objetos son otros tantos puntos radiantes: cada uno tiene una posicion, que le es propria; con que posee tambien un foco proprio. De aqui viene aquella confusion de imagenes, y de objetos en la vista, al valerse de una lente, colocada fuera del punto, que le es proprio para unir con buen orden los rayos, que de suyo son capaces de formar en nuestros ojos una imagen viva, veridica, y ajustada al objeto.

Fig. 10.
Los vidrios
esfericos.

48 El rayo P paralelo al ege A , pasando por una esfera transparente, se rompe, ò dobla dos veces, y llega al punto 4 , que está como à la quarta parte del diámetro de la esfera: porque P prolongado segun su primera direccion, llegaría à I ; por la segunda direccion 2 prolongado llegaría à 3 , y con su nueva refraccion en el ayre llega à 4 .

49 Si el punto del concurso, que está à la distancia de la esfera transparente como cosa de una quarta parte del diámetro, viene à ser punto radiante, los rayos saldrán

pa-

paralelos: si el punto radiante se acerca mas à la esphera de cristal, serán los rayos divergentes, quando lleguen à salir. Si este punto se aleja, podrán los rayos ser paralelos en la esphera, y convergentes al salir de ella, y tanto mas convergentes, quanto mas se aleje aquel punto.

50 El efecto mas señalado de las espheras transparentes, y de las lentes, es unir los rayos dispersos: por el contrario el efecto de los vidrios cóncabos, es esparcir, y separar los rayos paralelos, ò convergentes: este es el efecto del simple vidrio cóncabo. Si es cóncabo por ambas partes, el efecto todavia será mas eficaz. Vease en la fig. 11. lo que sucede à los paralelos PP, y à los divergentes DD.

51 En los otros vidrios, como en los plano-cóncabos, en los meniscos, ò lunulas convexo-cóncabas, ò cóncabas por un lado, y convexas por otro, &c. no se hace otra cosa en todas las operaciones, sino aplicar à cada una de las caídas del rayo sobre la superficie la diferencia conocida, que debe haber siempre entre el ángulo de refraccion, y el ángulo de incidencia.

52 Lo que pasa en nuestros ojos, solo es una aplicacion continuada de la misma regla, que en nuestras obras no es sino una pura imitacion de la regla del Criador.

La vision.

Hagamos memoria de lo que yá hemos dicho (*) de las tres estancias, ò tunicas, que hay en nuestros ojos, de las quales la primera está llena de un humor, que se llama aqueo, mas denso que el ayre: la segunda encierra un humor cristalino lenticular, mas denso que el aqueo, y terminado en dos porciones de esfera, de las quales la anterior es mas llana, y la ulterior mas curba, y mas prolongada. En fin, la tercera contiene un humor, à quien con no pequeña impropriedad le llaman vitreo, pues bien lejos de tener la densidad del vidrio, es mucho mas ligero, y rarefacto que la substancia cristalina. Conociendo esta proporcion de los tres humores, y el lugar que tiene en nuestros ojos, no tenemos mas necesidad, que vér en una figura que los representa, qué accidentes regulares, y constantes deben suceder à un pincél, (**), ò masa conica de rayos, llebandola desde un punto del objeto al ayre, del ayre à los ojos, y de estancia en estancia hasta el fondo de ellos. Si imaginamos sobre la curbatura exterior de cada tunica, ò estancia una perpendicular, que se dirige, y tiende al centro de la curbatura, se notará, que los dos ultimos rayos, que basta considerar de

Vease la fig.
del tomo 7.
pag. 128.

(*) Tom. 7. Conv. 8.

(**) Pincél de rayos se llaman los dos conos, que se forman de los rayos, que embia el objeto, de los quales conos el uno tiene su vértice en la pupila, y el otro su base. Vease el Dic. de las Art. y Cienc. let. P.

de todos los que componen el pincél , pasando del ayre à el humor aqueo , se acercan algun tanto uno à otro , y mas aun despues en el cristalino , pues se sumergen en estos dos humores , formando ángulo , cada vez mas pequeño , con la perpendicular. Despues le hacen mayor , alejandose de ella en el humor vitreo : lo qual los conduce al punto de union en el fondo de los ojos. Y cada uno de los rayos , dirigido de este modo por las refracciones , que experimenta en los ojos , tiene su foco proprio en el fondo del organo. De estos focos , ò puntos de reunion , ordenados en el fondo mismo , del modo que lo están los puntos del objeto de donde partieron , resulta aquella pintura (que experimenta el alma) recta , y unica , aunque en sí sea duplicada como el organo , è inversa como lo está en el fondo de la vista.

53 Una de las cosas , que parece contribuyen mas à formar esta imagen clara , y fiel , son los ligamentos ciliares , por razon de su facilidad en alargarse , y acortarse , y à causa de los otros movimientos de todas especies , y modos , que hacen para allanar , prolongar , y presentar de diversas maneras el cristalino , que sostienen ; lo qual modifica los rayos , y el pincél de un instante à otro , los une antes , ò despues , y facilita la viva expresion de las imagenes , segun los deseos del alma , aun-

que no entienda cómo se hace aquello mismo que manda.

54 Los mayores Anatomistas, y otros Sabios están divididos à cerca de varias questiones curiosas, que V. podrá emprender aclarar, y determinar por sí mismo, despues de haber formado una idéa de lo que à este fin se necesita. Pongo por egemplo:

La pintura ocular en el fondo de los ojos es cierta; pero hay disputa sobre el lugar, y asiento de esta pintura: unos dicen, que es la retina, y otros atribuyen este privilegio à otras fibras diferentes. Las coronas de rayos, ò coronas radiantes, que nos parece rodean los cuerpos luminosos, principalmente quando guiñamos los ojos, provienen del modo con que muchos rayos de luz caen en las orillas de nuestras pestañas, y son dirigidos, y entran en los ojos, llegando à las extremidades de la imagen ocular: pero hay disputa à cerca del modo con que esto pasa. M. Rohault cree, que estos rayos refleçten sobre aquel borde, ò cordon lustroso, que termina los parpados, y que embia estos rayos de la parte inferior à la superior de los ojos, y de la superior à la inferior, quando los parpados se acercan uno à otro. M. de la Hire pretende, que este phenomeno no se causa por la reflexion, sino por la refraccion; porque los parpados, acercandose con el guiño, llenan el vacío,

cío, que los separa del ojo, y forman como un prisma triangular, cuyo esmalte, y licores dán paso à algunos rayos, y los rompen, y doblan de modo, que vayan à parar à las extremidades de la imagen delineada en los ojos.

Tales son algunas otras questiones, que se tratan à cerca de los medios, que tenemos para juzgar de la distancia de los objetos. Pero todavia reynan en las soluciones, que se dán, la obscuridad, y la duda.

55 Acaso nos engañamos en el partido, que elegimos en estas questiones de Optica, atribuyendo à una causa, lo que es efecto de muchas, que concurren à producirle. Vé aqui algunas de las que influyen mas en el modo con que vémos los objetos.

1.º Los objetos, cuya imagen es muy luminosa, y que aparece con claridad, y limpieza, nos parecen mas cercanos. 2.º Aquellos, cuyos rayos son débiles, ò se debilitaron, se nos representan mas lejos. 3.º De cada objeto llega à nuestros ojos una masa de rayos, que forma una especie de ángulo, ò por mejor decir, un cono, cuya base está en la superficie del objeto, y el vértice à la entrada de la vista del espectador. Estos rayos convergentes se esparcen, y hacen divergentes en el ojo mismo, y alli forman un nuevo triangulo, ò cono, cuya punta,

ò

ò vértice está en la entrada del ojo , y en su fondo está la base. Esto no es contrario à lo que dijimos de los pincéles , ò rayos, que forman dos conos, y salen de cada punto del objeto , y que ensanchandose , cubren toda la pupila ; pues estos se juntan en un foco , que le es proprio, y ocupan un solo punto, formando otro de la imagen ocular. Aqui no consideramos estos pincéles , sino cada qual separado , y como una sola linea : de modo, que miramos toda la masa de pincéles , ò rayos, que salen de todos los puntos del objeto , como una masa conica de lineas rectas , que se cortan mutuamente à la entrada de los ojos ; y desde la seccion misma empiezan à ensancharse , y hacerse divergentes en los ojos , en donde pintan , y forman con sus extremidades todos los puntos de una imagen inversa, y exactamente conforme à su modelo , pues las puntas de estos pincéles son otros tantos focos: ordenados entre sí , como lo están los puntos del objeto , que los embia : de donde se sigue , que quanto la imagen es mayor , tanto mayor se nos representa por lo ordinario el objeto. Esto es lo que los Opticos nos enseñan , diciendo , que *una cosa aparece mayor , si se vé con ángulo mayor* ; y éste es el fundamento de las diminuciones , que hermosean la perspectiva.

4.º Parece cierto, que el juicio , que forma el

el entendimiento à cerca del modo con que vémos las distancias, y diminuciones, se debe contar como muy principal, y atender como un principio: pues quando vémos el objeto extremamente claro, y proximo à nuestra vista, que es el ángulo mayor, ò menor la regla, que seguimos: siendo cierto, que muchas personas de igual cuerpo nos parece, que lo son, aunque estén à distancias diversas en un salón mismo. Una ventana, que vémos enteramente por un solo vidrio de nuestro mirador, ò vidriera, nos parece mayor que el vidrio, cuyo ángulo ocular contiene con todo eso al de la ventana, y es mayor que él. Tal vez juzgamos vér un cordél, ò sogá atravesada de una parte à otra en un quarto lejano, cuya ventana está abierta, y despues mirando con atencion por nuestras vidrieras, reconocemos, que es solo un hilo de araña, que estando alli junto à nósotros, se deja vér como una sogá en la obscuridad de el balcon opuesto: con que este hilo, llevado con la imaginacion à un quarto, que está cien pasos de alli, aparece mucho mayor, que lo que es en sí; quando visto donde está, sin atender à la otra ventana, es un hilo casi imperceptible. 5.º La pupila, ò niña del ojo se estrecha, ò ensancha segun la necesidad: y de aqui proviene, que formadas en la vista las imagenes mas, ò menos gran-

grandes , mudan la impresion del objeto. El agugero , hecho con una aguga en un papel , no permite que lleguen los rayos de la beleta de una torre à toda la pupila ; y asi , se disminuye en un momento la imagen la mitad , ò tres quartas partes mas de aquello , que antes aparecía. La necesidad , que tenemos de luz en la obscuridad , nos ensancha de tal modo la pupila , que dilatadas tambien por consecuencia las imagenes , y aun confusas por la disposicion de los rayos , nos pintan los objetos mucho mayores , y aun algunas desmedidos , y espantosos. Quando el Sol , ò la Luna se hallan proximos al Horizonte , se debilita la luz por atravesar mucha mayor Atmosphera con la multitud de vapores , que la enflaquecen , y se ponen entre la vista , y el Astro. De aqui es , que impelidos los ojos con una luz suave , ensanchan la pupila , y la imagen aparece mayor , que quando el Astro está en su elevacion , y en su mas activo resplandor , y luces. Por el contrario , debe parecer el Astro mas pequeño mirado con el telescopio , porque el diaphragma de el instrumento estrecha la imagen , como lo ejecuta el agugero hecho en un papel con una aguja , aunque de modo diverso. 6.º La experiencia , la costumbre , y el concurso de otros sentidos contribuyen mucho para hacernos establecer un orden , y proporcion en las dis-

tan-

tancias respectivas de los objetos. Por esta razon , y no habiendose en ellos establecido, y fortificado este orden , parece que los niños vén confusamente las cosas , y de hecho un Inglés de edad de 14 años , que habia nacido ciego , comenzó à ver el año 1729 por la habilidad con que M. Cheselden (*) le batió las cataratas ; pero por mucho tiempo vió desordenadamente los objetos, y sin proporcion alguna.

56 Las refracciones de la luz , en los humores de los ojos , y en los diversos medios, que la reciben , producen los efectos , cuya averiguacion pertenece à la Dioptrica. (**a)

La Catoptrica, ò luz refleja.

Los efectos de la luz , que reflecte , y buelve atrás en las superficies , especialmente en las lisas, tersas, y bruñidas, dán lugar à otra especie de conocimiento , y ciencia , que se llama Catoptrica. (**b)

57 Al modo que la proporcion constante del ángulo de refraccion con el ángulo de incidencia es el fundamento de la Dioptrica, asi la igualdad del ángulo de reflexion con el de incidencia es el primer fundamento de la Catoptrica.

58 Todos los cuerpos movidos conservan la direccion , que lleban , hasta que una ac-

Tom. X.

Hh

cion

(*) Philosophical transact. abridged by Eames and. Martyn. 471.

(**a) O Arte Anaclastica.

(**b) O Arte Anacamptica.

cion mas eficaz debilita , ò destruye la precedente. Por esta causa , arrojada la luz por un cuerpo luminoso , ò reflexionada sobre un cuerpo opaco , conserva su disposicion hasta verse disipada , ò doblada , è inflexa de otro modo , por alguna superficie dispuesta de diversa manera. De aqui se sigue , que qualquiera que experimentáre , y recibiere en el fondo de los ojos la impresion de un numero de rayos , ò hilitos de luz , colocados por sus extremidades con el orden mismo , que lo están los puntos del objeto opaco , ò luminoso , que los dirigió , verá consiguientemente el objeto.

59 Los ojos, impelidos con este orden, verán el mismo objeto otras tantas veces , quantas se vean afectos , y movidos por una masa de rayos luminosos, que el objeto les embia.

60 La imagen aparecerá mas fuerte , ò mas débil , mas clara , ò mas nebulosa , segun la abundancia de rayos, y segun la perseverancia mayor, ò menor , que tubieren, conservando el mismo orden.

61 Asi los rayos , que embia inmediatamente el Sol , ò una bugía à mis ojos , se ordenan en ellos , como lo están los cuerpos de donde parten , y yo no experimento solamente la sensacion de la luz , sino la de la figura del Sol , y bugía.

62 Los rayos del Sol , ò de la bugía , rechazados por las pequeñisimas , è innumerables

superficies del objeto sobre que caen , se esparcen conforme à la direccion , que les dán las mismas superficies , con que no bolviendo à nuestros ojos con el mismo orden , que quando venian del objeto inmediatamente , no nos hacen ver , ni à la bugía , ni al Sol.

63 Los rayos , reflexionados , ò doblados en los objetos , nos los manifiestan , quando se ordenan en los ojos en suficiente numero , y con orden semejante , de modo , que puedan formar la pintura del objeto , que los dobló , y dió la colocacion ordenada , que mantienen.

64 Los rayos , dirigidos desde un Relox oscilatorio al retrato de M. Pascal , ò de M. Fernelon , reflecten en todos sentidos , y de todos modos sobre las innumerables desigualdades de los quadros , que los representan : de manera , que la colocacion , y orden con que está el relox , se disipa en nuestra vista , y los ojos no reciben de los lienzos , ò pinturas , sino solamente las masas de rayos , que ordenan sus extremidades , como lo están las facciones , que tubieron dos hombres de los mas sabios del siglo pasado. (**)

Hh 2

Si

(**) En quanto à M. Pascal , no obstante que fue ingenioso , y eloquente , será justo notar , que se dejó tinturar del Jansenismo , y acaso consiguientemente manchó su eloquencia con no pocas imposturas , de que facilmente se dejó llevar , y de que él mismo se lamentaba , al ver descubierta la falsedad , quejandose agriamente de los que le alucinaron , è indujeron al engaño. Vease el P. Gabriel Daniel en su respuesta à las Cart. Prov. y las Memor. del tiempo del P. D. Auvigni , año de 1656. tom. 2.

65 Si los rayos, que vienen del relox, y de la bugía vecina, ván à dár sobre el cristal, (**) pastél, ò masa del glasto, percibo, yá el relox, yá la bugía, y yá el cristal, y pintura conforme la situacion, y parage en que me pongo; à la llama de la bugía la veo por medio de una impresion fuerte; al pastél, ò pintura con claridad, y limpieza, y al cristal, y al relox endeblemente. De dónde vienen, pues, semejantes diferencias? La imagen de la llama es fuerte, por ser un cuerpo luminoso, que embia multitud de rayos. La de la pintura es clara, porque dá su propria masa colocacion, y orden à una gran cantidad de rayos luminosos, y reflejos. El cristal se vé de todas partes, por conservar aún muchas desigualdades, que reflec-
ten la luz de todos modos; pero se vé endeblemente, porque habiendole bruñido con proligidad, y pulidéz, perdió no pocas desigualdades, y quanto el lustre es mas perfecto, tanto queda menos apto para mostrarse à sí mismo. El cristal está tan terso, que de puro bruñido, y dulcido llegó à quedar negro, è invisible à fuerza del pulimento. Tiene, pues, menos desigualdades? entonces es mas proprio para reflectir la luz regularmente del lado opuesto à su descenso. Las albitanas, ò
lin-

(**) Espejo traduce el Italiano.

lindones , que lebanta , ò deja un Jardinero hábil detrás de una fila de plantas , acumulan , tirados entre Mediodia , y Norte , rayos de luces de la parte del Mediodia sobre las plantas para que las fomenten , y crien ; pero si el plantél se halla sin este abrigo , y en un terreno llano , el golpe de luces , que embia el Sol al pie de las plantas , se disipa , haciendo su reflexion ácia el Norte. Es cosa cierta , que cayendo los rayos luminosos en una superficie escabrosa , y desigual , encuentra , no un lindon , ò lomo ; sino millones de albitanas , y montecillos , de espaldas , y curbaturas , cuya irregularidad , y capricho por decirlo asi , imita la luz en sus reflexiones , y gyros. Pero si cae sobre una superficie extremamente tersa , y pulida , los golpes , resaltes , è inflexiones de la luz son yá regulares. La reflexion , no sobre todas las partes , sino sobre un gran numero de ellas , dispuestas , y ordenadas de un mismo modo , viene à ser como la incidencia : con que si nos colocamos , respecto del cristal , como está el relox ; y la bugía respecto del cristal mismo , recibiremos tambien los rayos , que se ordenarán en la reflexion como en la incidencia : y asi , todavia veremos la bugía , y el relox , pero como de estos rayos obliquos , que reflecten en el relox , hay muchos mas , que se introducen en el cristal , sin que los embie

à

à nuestra vista ; es preciso , que la imagen aparezca deslucida , y endeble.

66 Quitemos el retrato , ò pastel , (**) y azoguemos el cristal , añadiendo tambien una hoja de estaño fino : la sutileza de los granos , y lo delicado de las particulas de estos metales los disponen à llenar exactamente todas las desigualdades , y poros , que quedaban en la otra superficie del cristal , aunque tan terso , y pulido ; y los rayos , en vez de huir , ò salir como fugitivos al ayre , atravesando el cristal , hallando aora cerrado el paso por medio de una superficie bastante compacta , y sólida , resaltan sin desordenarse , y forman en la inflexion un ángulo igual al que habian hecho cayendo. Este cristal vino yá à ser espejo : pongamosle donde estaba la pintura , y nosotros coloquemonos à la derecha , respecto del espejo , con la misma obliquidad , que tiene el reloj à la otra parte , pues solo en esta postura podrá embiar la reflexion à nuestros ojos los rayos , que desde la mano izquierda embia el espejo , siendo iguales los ángulos de incidencia , y reflexion. De estos rayos obliquos , los unos en pequeño numero reflec-
ten en el punto de incidencia , y deben producir una imagen feble , y los otros , en numero
mu-

(**) El modo de pintar de pastel en Francia es algo diferente del que en España llaman tambien de pastel. Vease Richel. y el Dic. de Art. y Cienc. let. P.

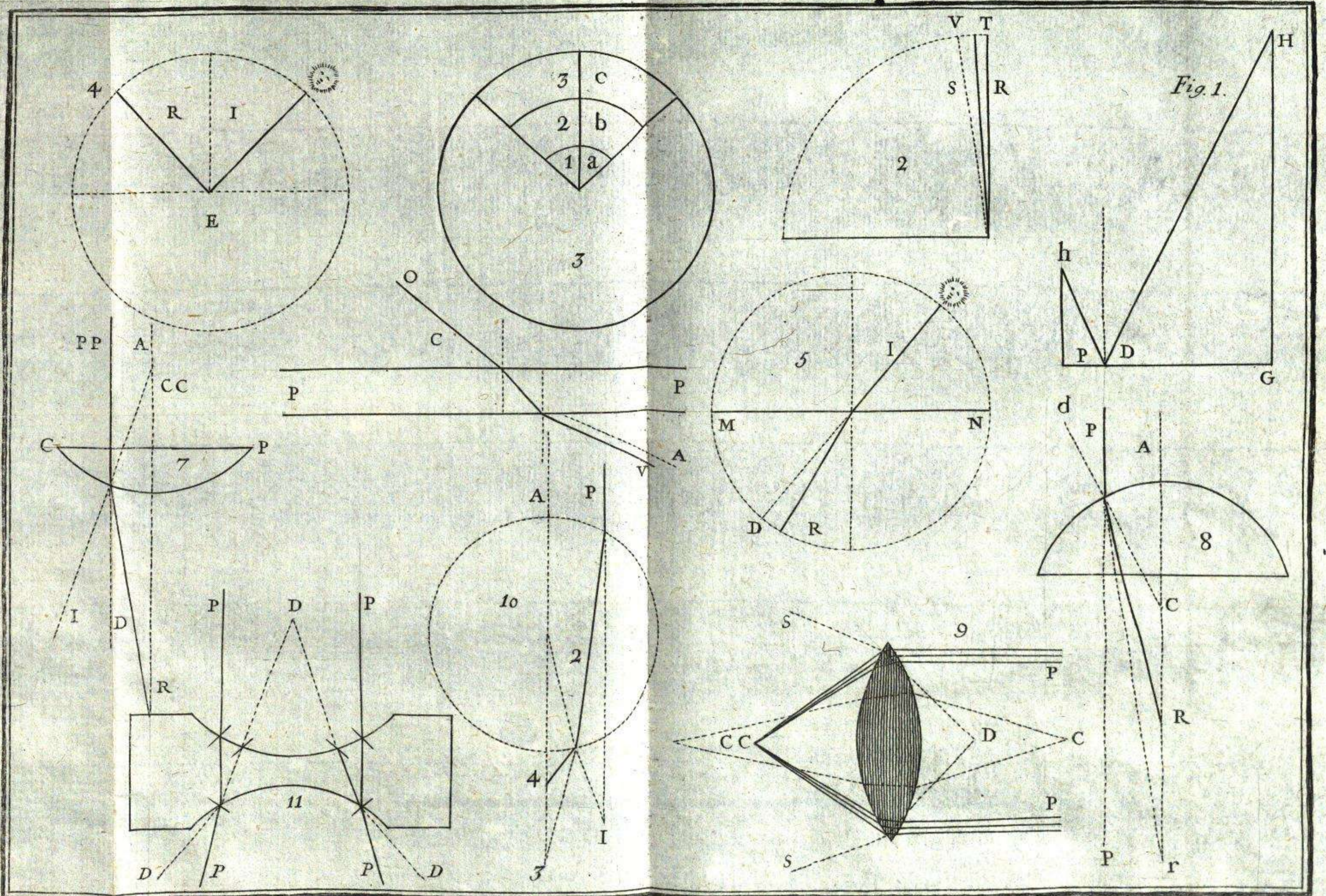


Fig. 1.

mucho mayor , son admitidos en el cristal; à la entrada se doblan ácia la perpendicular , y viniendo à ser en el cristal la linea de refraccion una linea de incidencia i , en la otra superficie del fondo del espejo , toda la masa de rayos obliquos se refleja allí regularmente , segun la direccion , ò linea de reflexion r , y la mayor parte de ellos ván à parar à s : de modo , que siguiendo en el ayre el curso de su primera incidencia , pues se alejan de la perpendicular en el ayre , lo mismo que se habian acercado à ella en lo interior del cristal , suben à la vista , colocada en la misma obliquidad , respecto del espejo , que lo está el relox. La regularidad, y el numero de estos rayos reflejos , ò doblados en el fondo , ò superficie inferior del espejo nos representarán con toda claridad la imagen. Pero esta imagen , que comunmente aparece unica , lo es en la realidad? Si es verdad lo que hemos establecido , la imagen , que proviene de s , debe estar acompañada de dos , ò tres imagenes mas febles, la una à la izquierda E , causada por la primera reflexion en la superficie exterior , y punto e , muy diferente del s , y la otra à la diestra D , R , ocasionada por las ultimas reflexiones. En efecto , el rayo quebrado en i , que se reflexionó en el fondo , ò superficie inferior , no pasa del todo , ò segun toda

Fig. 13. Pro-
secucion de
la Optica.

da su masa, à s, dirigido ácia el punto F, pues reflecte algo ácia d, y yendo asi de una superficie en otra, estas ultimas reflexiones se triplican, y quadruplican algunas veces; y asi, llegan à D, R, yá mas fuertes, y yá mas endebles. Esto que emana, y se deduce aqui como de un principio establecido, se confirma por la experiencia: porque aunque de dia no se vea comunmente sino la imagen, que se origina de los rayos, que bajan al fondo, y suben por r s F, que con su claridad ofuscan, y obscurecen à los otros; si con todo eso, en lugar de una imagen, formada por la luz, que reflecte en el objeto, qual es la imagen del relox, se emplea de noche un cuerpo luminoso, que arroja los rayos mas vivos, podrá vér qualquiera la verdad de lo que hemos dicho. Una bugía, presentada obliquamente, y à la izquierda del espejo, formará en la vista, puesta de la otra parte con la misma obliquidad, una imagen muy viva F, provenida del fondo. A la izquierda de F habrá otra imagen E, causada de la superficie exterior, ò superior, y ocupará, y se entrará yá mas, yá menos en la primera F. A la diestra de F estará la imagen de las ultimas reflexiones D, R, todavia menos lucida, y clara que E; y asi, se repetirá tres, ò quatro veces cada una con menos vibracion, y lucimiento. Vease la fig. 13. Quan-

to el cristal sea mas espeso , y de mayor cuerpo , otro tanto mas separadas estarán las imagenes , y sobre la superficie gruesa , como sobre la mas delicada , se acercarán hasta confundirse à medida , que la bugía se vaya colocando en situacion menos obliqua ; y en fin , la reflexion de la superficie superior se hará sobre la misma linea directa , y perpendicular , que la del fondo , ò superficie inferior. Vé aqui lo que me pareció deducir de aquel principio establecido , antes que yo tubiese conocimiento alguno del hecho de la llama de una bugía triplicada , como acabo de exponer : y despues de haber abierto la fig. 13 , presenté la llama de una bugía en lugar del reloj , à muchos espejos , cada uno de los quales me bolvió una imagen muy viva , acompañada de otras dos endebles , y deslucidas ; (*) algunas veces las ultimas reflexiones iban dando hasta quatro , ò cinco imagenes , que acompañaban la principal ; pero cada una mas feble , conforme se acercaba à la extremidad. Presentáda la misma bugía obliquamente à la superficie del agua , que yo habia echado en una jofayna , me pareció , que se debian observar , y disipar la mayor parte de los rayos en el agua debajo de la superficie , y que la imagen reflexa fuera

Tom. X.

Li

de-

(*) Yo creí , que esta experiencia era nueva ; pero acabo de vérla en *Musschenbrock*.

debía ser feble, y unica; y en efecto, esto fue lo que sucedió.

67 Dejémos al presente la superficie duplicada en el espejo, y veamos en qué punto hará aparecer el objeto la imagen, que se refleja en un espejo plano. Sea el espejo plano MM (Fig. 14.) el punto radiante, ò el objeto, que voy à vér, sea O, el punto de incidencia I, la linea de reflexion R, y la misma linea de reflexion prolongada indefinidamente P. En esta linea de reflexion, prolongada RP, será en donde la vista descubrirá el objeto falso, ò la imagen de O, y la verá en un punto tan distante de la incidencia I, como lo está el punto O. Con que veremos el objeto falso, ò la imagen en el punto F de el lado de allá del espejo, y tan distante, como O, objeto verdadero, lo está de el lado de acá. La posicion del foco imaginario F se halla por medio de una perpendicular, tirada desde O à M, y prolongada hasta que encuentre à la RP en F, formando asi de una parte, y de otra triangulos iguales, y correspondiendo puntualmente el foco F al punto O.

68 Si se juntan dos espejos, de modo, que formen un solo plano sin alguna inclinacion del uno mas que de el otro, el objeto se pintará como sobre una superficie única, aunque la mitad en el un espejo, y la mitad en el

el otro ; y segun el modo de presentar el objeto , y de separar los dos cristáles , podrá aparecer la imagen sin irregularidad alguna. Pero si muchos espejos , ò los fragmentos de uno solo formaren diversos planos , ò el mas pequeño ángulo el uno con el otro , se verán tantas imagenes , como hay piezas diferentes : porque las imagenes se multiplican como las reflexiones , las reflexiones como las incidencias , y las incidencias como los planos.

69 Siendo , como es , el espejo convexo , ò el cóncabo una porcion de esfera convexa , ò cóncaba , y teniendo por consiguiente otros tantos pequeños planos , como puntos , parecía deber embiar à nuestra vista otras tantas imagenes , como tiene planos , y perpendiculares diferentemente inclinadas ; pero estos planos son infinitamente pequeños , y tienen tan poco campo , que no pueden reflectir sino un punto de la imagen. Mas por razon de sus diversas inclinaciones esparcen , y separan , ò unen , y juntan estos planos los rayos , que parten de diversos puntos de un objeto , de modo , que formen su imagen , yá mayor , ò yá menor , y tal vez disforme , y muchas caprichosa , y rara ; pero de qualquier manera , que pinten , hallámos siempre la causa en las diversas combinaciones de circunstancias à que se puede aplicar el principio de la igualdad

de los ángulos de incidencia, y reflexion.

70 Presentese una figura, ò un cuerpo luminoso à un espejo espherico, convexo, ò cóncabo, ò cilindrico, ò de otra qualquiera curvatura. Segun este objeto se aleja, ò aproxima al centro de la curvatura, ò segun se coloca entre el centro, y el espejo, ò se pone delante de él con mayor, ò menor obliquidad, asi resulta de dispersion de rayos, inversion de imagenes, diminucion en la figura, espantoso aumento en ella, y aun algunas veces transmutacion, y dislocacion de facciones, y (en la apariencia) imagenes, llenas de variedad, y capricho. Si, por egemplo, un espejo estañado es cóncabo por la parte anterior, y convexo por la otra, le hará esta disposicion cóncabo para la luz que recibe; y poniendo entre el espejo, y el centro de su curvatura un objeto, ò poniendose uno à sí mismo, verá todas sus facciones extremamente grandes, y monstruosas; porque los rayos, que caen divergentes à la primera superficie, llegan todavia mas divergentes al fondo de el espejo, y à su ultima superficie, bolviendo à la vista con un ángulo mucho mayor, lo qual aumenta el campo, y representacion del objeto. Si à este espejo se le pone delante una vela, se verán dos, y à veces tres, la una grande, como la que se presentó al espejo, y esta

re-

reflechte sobre el plano exterior , la segunda muy gruesa , y lucida , la qual proviene del fondo , con ángulo mucho mayor , y la tercera es todavia de un grandor mas excesivo , pero nebulosa , y deslucida , por formarse de la ultima reflexion de una superficie sobre otra. Si se coloca la vista en el centro de la curvatura , todos los rayos , que salen de los ojos , (**) son perpendiculares à la concavidad ; y siendo los de reflexion como los de incidencia , los rayos bolverán por la misma perpendicular , sin que veamos sino el ojo mismo con que miramos. Los Opticos han examinado exactisimamente estas figuras , y demostrado , que todas eran efecto necesario de dos principios de reflexion , y refraccion diversamente combinados , y aplicados segun las circunstancias. Estas averiguaciones , y noticias nos han traído efectos tan altos , y diversos de la luz , que espantan , y maravillan , quando se ignora la causa del aumento , de la inversion , è inflexion , ò torcimien- to de los rayos , que immutan tan extraordinariamente las imagenes , segun el diverso camino que lleban. Tal es la enorme magnitud , que se dá à figuras muy pequeñas en la linterna mágica , por la grande divergencia , que toman alli los rayos. Tales son tambien aquellas lineas confusas , y miembros , ò partes

(**) O vienen à ellos,

tes dislocadas, y esparcidas, que puestas à la vista de un espejo cilindrico, nos proponen en su pulida, y tersa coluna personages de una apariencia gallarda, y de una regularidad graciosa, y perfecta. Pero como aqui buscamos efectos de algun servicio, mas que singularidades, ò ilusiones de sola diversion, y gusto, pasarémos à la explicacion de los instrumentos usuales, que han inventado los Opticos, y à los socorros, que en ellos ha hallado el hombre.

71 Los espejos, y vidrios transparentes, los cóncabos lenticulares, esphericos, y otros, todos nos sirven, ò cada uno separado, ò juntos unos con otros.

72 La utilidad de un espejo plano es bien notoria. Siendo cierto, que trahe consigo la imitacion mas perfecta de la naturaleza, si en un gabinete, que forma el ángulo de un edificio, se ponen uno, ò muchos espejos, colocados en quadro, à modo de los vidrios de una vidriera, y ácia una larga fila de salas, esta fila se descubre duplicada: y si los espejos reciben el aspecto de un jardin, ò de un hermoso campo, todas estas apariencias se vén agradablemente repetidas.

73 Por medio de la multitud de modos con que un espejo se opone à otro, se consigue, no solamente que se repita el objeto, sino una multiplicacion de las mismas ima-

genes de inmensos lejos, y tanto que se pierden de vista. Para brujulear, ò concebir la posibilidad de todos estos efectos, pongase una vela entre dos espejos, y notaremos, que la llama, que estamos viendo en sí misma, se pinta en el espejo de la diestra, y esta misma imagen refleja en nuestros ojos, y en el espejo, que está à la siniestra, en donde hace tambien otra doble reflexion; es à saber, en nuestros ojos, y en el espejo de la diestra. Con esta imagen se empieza aqui otra nueva reflexion, semejante à la primera, aunque mas feble: con que yá tenemos quatro, ò cinco imagenes, causadas por sola una impresion de la imagen en el espejo, colocado à la diestra, y de las diversas idas, y venidas, que la ván multiplicando. A estas quatro imagenes juntense otras tantas, producidas por la caída, y progresos semejantes de la misma imagen sobre el espejo, que pusimos à la izquierda, y tendremos con solo dos espejos ocho imagenes en un solo objeto. Todo esto se concibe bien, sin que para ello sea necesaria figura. Muchos, y mas numerosos efectos podremos lograr, si trocamos la posicion de los espejos, ò si se multiplican los planos: de modo, que las combinaciones, que caben, son tantas, que no tienen fin.

Con-

El Polemos-
copio.
Fig. 13.

74 Concibase un tubo , que tenga una abertura lateral en E, y otra en I. En frente de cada abertura pongase un espejo plano inclinado 45 grados , ò medio ángulo recto ácia el suelo. La perpendicular , que caerá sobre la superficie del espejo , formará dos ángulos rectos. Los rayos exteriores , que vendrán paralelos à caer al pie de esta perpendicular en E , forman con ella ángulo de 45 grados , y hacen su reflexion à lo largo del tubo , debajo de un ángulo de los mismos grados. Estos rayos comenzarán el mismo juego en el otro espejo , colocado en I, pues está con la misma inclinacion , la incidencia es la misma , y la reflexion tambien. En un campo , ò en una plaza sitiada se pueden servir de este instrumento. Desde dentro de un baluarte , ò detrás de un parapeto , alargado , y echado fuera el cabo E , bolviendo la abertura lateral à la parte que convenga , por todo el circuíto , y aplicada la vista I, se podrá registrar sin riesgo , si trabaja el Minador con su zapa , ò qué movimientos , y operaciones egecuta el enemigo. Y esta es la causa , por que se le ha dado à este instrumento el nombre de *Polemoscopio*. (**) Si desde dentro de nuestro mismo gabinete , ò quarto queremos vér una plaza públi-

(**) De la palabra *πολεμὸς*, que significa *Guer-
ra*. Vease el Dic. de las Cienc. y Art. de París, let. P.

blica, ò una feria, que se celebra à un lado de donde nos hallamos, ò vivimos, dirigida la abertura E à los que compran, y venden, nos representará en I todos sus movimientos, y en los que tumultúan, y riñen sus acciones, y sus gestos, todo con la mayor distincion, y viveza.

75 La colocacion de este espejo, inclinado 45 grados sobre el suelo de la camara obscura, que se transporta al lugar, ò parage que se quiere, dispone los rayos recibidos por la abertura lateral, ò anterior, à subir à lo alto en ángulo recto; pues dos ángulos, de 45 grados cada uno, componen el ángulo recto, ò los 90 grados que tiene. Los rayos, ò pinceles lleban sus extremidades à dár en un pergamino (***) patente, y bien estirado, en el qual ordenan todos los puntos de los objetos. Asi logramos una pintura fiel, si la queremos, ò aprendemos à dibujar con perfeccion, copiando la figura de una verdad exacta.

La camara
obscura.
Fig. 16.

76 Este instrumento se perfecciona, añadiendo à la abertura por donde entran los rayos, uno, ò muchos tubos, ò cañones, que se puedan acortar, ò alargar, hasta ponerlos en su punto, y en ellos se ajusta una lente apta para reunir los rayos, que no llegarían à la vista, y para fortificar, y aclarar la pintura que deseamos.

Fig. 16.

Tom. X.

Kk

El

(**) O papel encerado, ò cristal deslustrado por el uno, ò por los dos lados por medio de la frotacion, &c.

77 El espejo inclinado, y con el auxilio de un vidrio lenticular, ò para ciertas vistas, de un vidrio cóncavo, es hasta ahora todo el artificio del anteojos lateral: este se dirige siempre, no cara à cara de las personas, que se quieren ver mas distintamente, sino de trabés, y como quien formó, desde que las estaba mirando sin el anteojos, un quarto de conversion, para mirarlas con él, lo qual parece mejor, y es mas politica, que apuntar con el anteojos à quien se mira, para estudiarle las facciones, y decorarle la cara.

78 El Grabador, que copia un diseño, le deja inverso, ò al contrario de su postura natural, para que salga conforme à ella, quando se estampe la lamina. Por esta causa veremos en ella el retrato que se abrió de un Caballero con el espadin ácia la mano diestra, y tambien, debajo del brazo derecho, el sombrero. Pero un espejo puesto al lado del diseño hace la primera transposicion, y la impresion, ò estampa dá la segunda à la figura sacada por medio del espejo, dejandola en su verdadera postura, y estado connatural.

79 Tiradas algunas de las primeras lineas; y presentadas, ò puestas delante de algunos espejos, cuyas lunas forman ángulos mas, ò menos abiertos, dán medio para hallar prontamente Helices, Volutas, ò Roleos de la apariencia mas agradable, lineas ti-
ra-

radas con la mayor sutileza , y dimensiones, ò compartimientos de Jardines , de tan extraordinaria simetría , que aun no parecen imaginables.

80 En un espejo aun no muy grande vémos los objetos , y personages con su magnitud natural , y el Burilador , ò Pintor , que los desea sacar al vivo , estiende delante de un espejo un papél dividido en otros tantos quadraditos , quantos quadros de mayor magnitud, aunque de la misma proporcion , tiene yá sobre el lienzo ; observa con qué ángulo , y línea se encogen , ò estienden los dedos , sale el codo , se halla la espalda , y qualesquiera otras partes ordenadas , y puestas al lado del espejo , y todo quanto se ha copiado de él en esta excelente , y pequeña pintura se buelve à copiar , reduciendolo de menor à mayor , con la misma proporcion , y magnitud que se desea , en el lienzo. Luego el espejo es un socorro admirable para la justa posicion , y para la proporcion mas delicada , y perfecta en los retratos : y es asimismo una escuela segura de la situacion , y dimensiones con que debe proceder la perspectiva.

81 Las personas , que tienen el humor cristalino en los ojos , muy llano , por la parte anterior : defecto que acaece por lo comun à las que son de mucha edad , necesitan alejar el libro , ò objeto , que quieren ver clara-

mente: porque quando está proximo, son muy divergentes los rayos, y continúan en serlo en los ojos, de modo que el cristalino no los reúne, sino de la parte de allá del fondo, y centro de los ojos mismos. De aqui es, que los focos de los rayos no se hallan entonces sobre las fibras, en que se forma la pintura ocular; y para esto se necesita, ò alejar el objeto que se mira, ò que entre él, y la vista se interponga una lente delgada, y capaz de dar à los rayos aquella cercanía que los hace concurrir, no de la parte de allá de los ojos, sino precisamente en su centro.

Anteojos
cóncavos.

82 Los que miran acercando mucho el objeto à los ojos, procuran remediar asi la grande convexidad que tiene su cristalino. Quando reciben de lejos los rayos poco divergentes, que se reúnen por el cristalino muy convexo en algunos puntos del humor vitreo, la imagen de este foco les es inutil, pues los rayos se cruzan alli, y ván à causar una vibracion, ò bamboleo, y repercusion confusa en el fondo de los ojos. El remedio de este mal es acercar el objeto que se mira: porque los rayos que entran en la vista con un ángulo muy grande, y muy divergentes, no se acercan tan presto; y en este caso la curvatura, ò rotundidad grande del cristalino los dirige à focos proporcionados, que forman una pintura clara, y perfecta en el fondo de los ojos. Si el objeto no se quiere acer-

acercar tanto , se usa de una luneta , ò anteojos cóncabos , que esparcen , y divergen los rayos de modo , que compensan la convexidad excesiva del cristalino.

83 Acaso la Optica nos provee , no solo de buenos instrumentos , sino que nos dá tambien saludables avisos. Es buen método, no usar para el trabajo de los ojos , sino de una luz mediana: con esta precaucion habitual , y tomada con tiempo , y en buena edad , muchas personas llegan à sesenta años , y mucho mas adelante , sin necesitar de anteojos algunos. Serán acaso los ojos como el estomago? La abundancia demasiada le es muy nociva à los organos , y comunmente quanto mas les dén , suelen querer mas ; y enseñados à esto , la menor disminucion les hace daño , y de aqui proviene la debilidad , y se siguen los achaques.

84 De estos principios podrá V.m. deducir el efecto de la luneta cóncaba, y del vidrio convexo por los dos lados , ò por uno solamente. Una llama , con la vela que la produce , embia desde todos sus puntos otros tantos pinceles de rayos , que recibidos en un cristalino muy convexo , ordenan sus focos en el humor vitreo , lo qual hace que se pierda , y arruine la imagen. Para hacer pasar mas lejos esta pintura , y que llegue hasta el fondo de los ojos , se les presenta à los rayos la luneta , ò vidrio cóncabo DE, fig. 17. Sigamos aqui la derrota de dos pin-

ce-

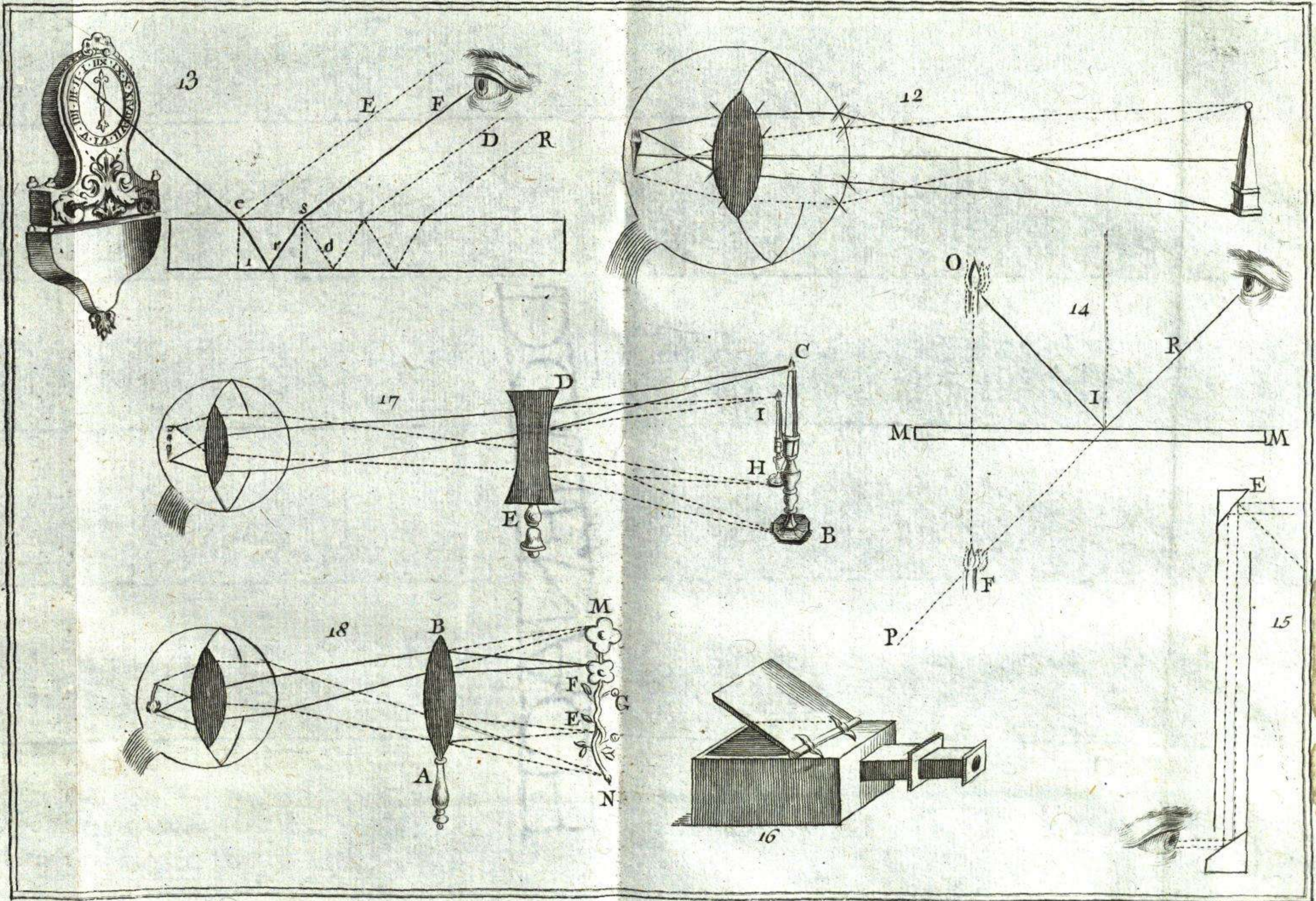
El anteojo,
ò luneta cóncaba.

celes (ò conos, que estriban en la pupila, y se forman por los rayos) CB , y nos servirán de regla para todos los demás. Las dos lineas exteriores del cono, que proviene de C , se acercan à la perpendicular por razon de la densidad del vidrio, y se alejan de ella un poco en la raridad del ayre, encaminandose à pintar la llama de la bugía en lo inferior de la vista; y los rayos, conos, ò pinceles, que provienen del pie B del candelero, le pintan en la parte superior de la vista; y estando en ella inversa la figura, se verá recta. Esta es la regla de la Naturaleza. Pero quando percibe la vista el objeto por medio de rayos que se doblaron, no los conduce à su verdadero sitio, y puntos radiantes CB , sino à los puntos imaginarios IH , en donde parece que se unen; y como el termino IH sea mucho mas pequeño que el CB , se sigue, que el vidrio cóncavo disminuye el objeto; pero manifiesta mas claramente su imagen.

La Lente.

85 Por el contrario, el espacio se debe dilatar, y aumentarse la magnitud con la lente AB , fig. 18. La razon es, porque los rayos que salen de la parte inferior, y superior de la FE , que está entre el medio G , y la lente, divergen, ò se esparcen en el vidrio, y vienen à quedar casi paralelos, salen tambien del vidrio todavia divergentes, è invierten el objeto en la vista; de donde se sigue, que aparece

rec-



Prosecucion de la Optica

recto , pintandose en los ojos del mismo modo, que si no miráran con el vidrio ; pero como los rayos se quebraron en él , se vé el objeto segun la direccion con que afectan , è impelen los ojos , como si saliesen de MN , cuyo campo es mayor que el de F E.

86 El Microscopio simple, cuyo pie, y sustentáculos, con todas las demás piezas subsidiarias, se pueden ver en Joblot, se reduce à una lente, cuyas convexidades son porciones de una pequeñísima esfera, ò por mejor decir, es una esfera muy pequeña de vidrio blanco. Yá dejamos notado, que los rayos paralelos, que entran en una esfera, se ván à reunir, y tienen sus focos ácia la quarta parte del diámetro: distancia muy pequeña siendo de tal esfera: con que si los rayos, que caen sobre el pequeño objeto, que se vá à observar, puesto en este punto, ò foco, son sumamente divergentes, mucho mas lo estarán en el vidrio, y dirigi-rán à la vista un cilindro de rayos paralelos excesivamente mayor que el objeto. El ángulo de la imagen, formada por los rayos que se quiebran, y doblan en los ojos, será conforme à la anchura del cilindro, ò à la masa de rayos, recibidos en la vista: con que se verá el objeto mucho mayor, que lo que es, y aparecerá recto, pues se queda como si la vista no se ayudára de cosa alguna;

por

El Microscopio simple.

por embiar los rayos de la parte superior à la inferior, y de la inferior à la superior, lo qual invierte la imagen, medio unico, y seguro para vérla recta.

87 La necesidad de aproximar un objeto pequenísimo à un vidrio ajustado, y puesto en un pie de algun grueso, y magnitud, deja el objeto justamente à la sombra, y à la imagen dificil de aclararse, y descubrirse. Dejémos todos los medios imperfectos, que se han empleado hasta aora para obviar este inconveniente, y vengamos desde luego al que se ha hallado mas simple, y al mismo tiempo mas eficaz para tener una luz abundante, reflexionada sobre el pequenísimo objeto, que se vá à ver. Este es el Microscopio, inventado por M. Descartes, y perfeccionado por M. Liberkun, sabio Prusiano, y que tubo à bien comunicarnosle por sí mismo, y mostrarnos su estructura. Una basa, ò asiento ancho de madera, una S, zapa-ta, ò canecillo de plata, con su tornillo para poderlo acercar, ò alejar, como conven-ga, y doblar todo el instrumento, encajan-do unas piezas en otras, à fin de traerle en la faldriquera juntamente con el pie; y un brazo, y una aguja con sus pinzas, éste es el sustentáculo, que nada tiene de extraordinario. Dos pequeños embudos de laton, ò plata, con una abertura en el vértice, mas peque-
ña

ña que el cuerpo del globulo , ò esfera de vidrio , que deben recibir , y contener : un espejo cóncavo de plata en forma de solideo, de una pulgada , ò menos de diametro , perfectamente terso en lo interior , y agugereado por medio de su concabidad para recibir en los encages , que tiene , la extremidad, ò pezones de los embuditos : este es el cuerpo del Microscopio. Puesto , pues , el objeto à poca distancia del vidrio espherico , è iluminado el punto del foco con la reflexion de la luz , que resalta del espejo , se vé clarissimamente la superficie del objeto , que se puso. Entre la rotundidad del espejo , y la pequeñez de la lente , hay una proporcion ajustada para que los rayos reflejos concurren con la posicion del objeto. La entrada del pezon del embudo en la abertura , hecha en medio del espejo , facilita este concurso del centro de la concabidad con el foco del vidrio. Pero quando la situacion no fuese tan à proposito como debe ser , concurriendo la luz de varios modos , y resaltando de muchas maneras de lo terso , y pulido del espejo , se dobla, y reflecte siempre con bastante abundancia sobre el objeto , para hacer que la imagen salga tan clara , como dilatada , por la magnitud del ángulo.

88 Componiendo el Microscopio con muchos vidrios , se ha hallado el medio de am-

El Microscopio de reflexion con tres vidrios.

plificar todavia mas la imagen , de distinguir mejor los animales mas pequeños , que nadan en los líquidos , y de descubrir con mas perfeccion de vasos nutritivos , y caracteristicos de las partes de la vejetacion , ò del cuerpo de un animal. Dejarémos por aora muchas especies de Microscopios , y tratarémos aqui del de tres vidrios , y de doble reflexion. Comencémos por el progreso que hacen los rayos. En la figura 20, SS, es la porcion de un espejo cóncavo , puesto en la parte inferior sobre la basa , ò pie del Microscopio. Los rayos paralelos reflecten en esta porcion de espejo obliquamente , y concurren en un foco de alguna extension AB; y aqui se pone el objeto , que se quiere vér. De este punto , que está con corta diferencia en el centro de la curvatura de la lente objetiva CE , pasan los rayos por la lente , y salen casi paralelos para ser recibidos en el vidrio lenticular hg , el qual es muy grande , à fin de que reciba los rayos sin desperdicio : de aqui pasan à df , en donde concurren en focos , ò vértices de conos , ordenados entre sí , como lo están los puntos del objeto , aunque mucho mas anchos , y dilatados. Notese , que à causa de la transposicion de los rayos queda esta imagen inversa : pues desde ella , como desde un objeto verdadero , parten los rayos para llegar obliquamente à nk , tercera lente , que se llama

ma

ma ocular , de donde salen paralelos entre sí; y ván à pintar en la vista la imagen d f, de donde partieron ultimamente. Esta imagen llega inversa , con que la que perciban los ojos saldrá recta , invirtiendose los rayos d f en la vista; quando , si la imagen estuviera recta en los ojos , como lo está el objeto verdadero , aparecería inversa sin duda. Yá tenemos el esqueleto, ò armazon del gran Microscopio de reflexion : veamos aora en el cuerpo total el uso que tiene.

AAAA El cuerpo del Microscopio , apoyado sobre tres pies , ò canecillos bbb, sobre un sustentáculo , ò basa C en que está el cajoncito D para guardar las lentes, y demás instrumentos, y piezas , que se necesitan en el manejo del Microscopio.

Fig. 21.
Baker The-
microscop.
Madecasy.

ee Tubo , ò cañon , que se introduce en el cuerpo del Microscopio. Este tubo , que lleba ajustada en la parte mas ancha la lente grande, se vá disminuyendo ácia las dos extremidades , de modo , que en la superior tiene la lente ocular , y la inferior f se remata en un pequeño tornillo g , dispuesto para recibir la cajita cilindrica, en que ajusta la lente objetiva. El cajoncito tiene cinco (**)

Ll 2

jan-

(**) Ocho traduce el Italiano.

jando libremente , ayuda à encontrar el punto, que conviene al Observador.

La plataforma (**a) de latón , agugereada en M , para recibir el fiador (**b) N. Este instrumento N está compuesto de tres círculos, inmóviles los dos , y móvil el otro : aquí se introducen horizontalmente aquellas planchitas (**c) de marfil , qual es la que se señala con el número 4 ; en estas planchitas está encerrado el pequeño objeto entre dos hojas de talco de Moscovia perfectamente transparentes , y se afirman por medio del resorte de un anillo de latón , ò alambre , que las asegura , y comprime. La planchita 4 vá , y viene como se quiere, de modo , que dejada , queda sin movimiento, y segura ; porque el círculo móvil se arrima por sí mismo al círculo superior por medio de una espira de acero. O , platina (**d) con muchos agujeros redondos , para recibir diversos objetos pequeños , los quales se aseguran con talco , como dijimos de las planchitas. Uno de estos agujeros se cierra con un vidrio cón-

ca-

(**a) El Italiano *piattaforma*.

(**b) A esta pieza , à quien los Franceses dán el nombre de *de Porte lame* (no obstante que lo omiten por lo comun en esta significacion sus Dictionarios) le llamamos aquí *Fiador* , por ser quien asegura , afirma , y detiene las planchitas de marfil , en que está puesto el objeto , que se registra. El Italiano le llama solamente *Lamina*.

(* c) Algunos les dán el nombre de *Lentes* à estas planchitas ; pero aquí le damos este nombre , y no el de lentes , por no confundirlas con las *Lentes* , ò vidrios de aumento : sí bien à éstas les dan otros con bastante propiedad el nombre de *Magnificantes*.

(**d) Italiano *Piastretta*. Lat. *Lamina*.

cabo , para que reciba algunas gotas de licor en que se ha tenido por algun tiempo paja , heno, ò el follage de alguna otra planta para que hoven , y se crien insectos pequeños : dos de estas aberturas, ò agugeros se tapan, el uno con un suelo de marfil , para que sobresalga mas el color de los objetos opacos , y cenicientos ; y el otro con un suelo de Evano, para que se discier-
nañ mejor los objetos opacos de color claro. El boton del medio de esta platina se entra , y aprieta en P , para que ruede , y se mueva circularmente como sobre un ege , ò espiga , y conduzca de esta manera el objeto, que se quiere , sobre la abertura M.

K Espejo cóncabo , que dá buelta sobre dos tornillos SS dentro del semicirculo R , que tambien se mueve sobre su espiga c, y por medio de la libertad de estos movimientos se encamina la reflexion , yá sea de la luz de una vela , ò yá sea del Sol , ò del Horizonte , al objeto transparente , que se observa en M. Esta primera reflexion puede servir de dia, y tambien la de la vela.

V Vidrio convexo por una parte , y plano por otra para arrojar de algo lejos la luz de una bugía , y unir sus rayos en un foco vivo sobre el objeto opaco puesto en M. Este vidrio juega sobre su espiga , como el espejo cóncabo , y la encaja en la abertura W : y esta es una segunda reflexion, que podrá con-
du-

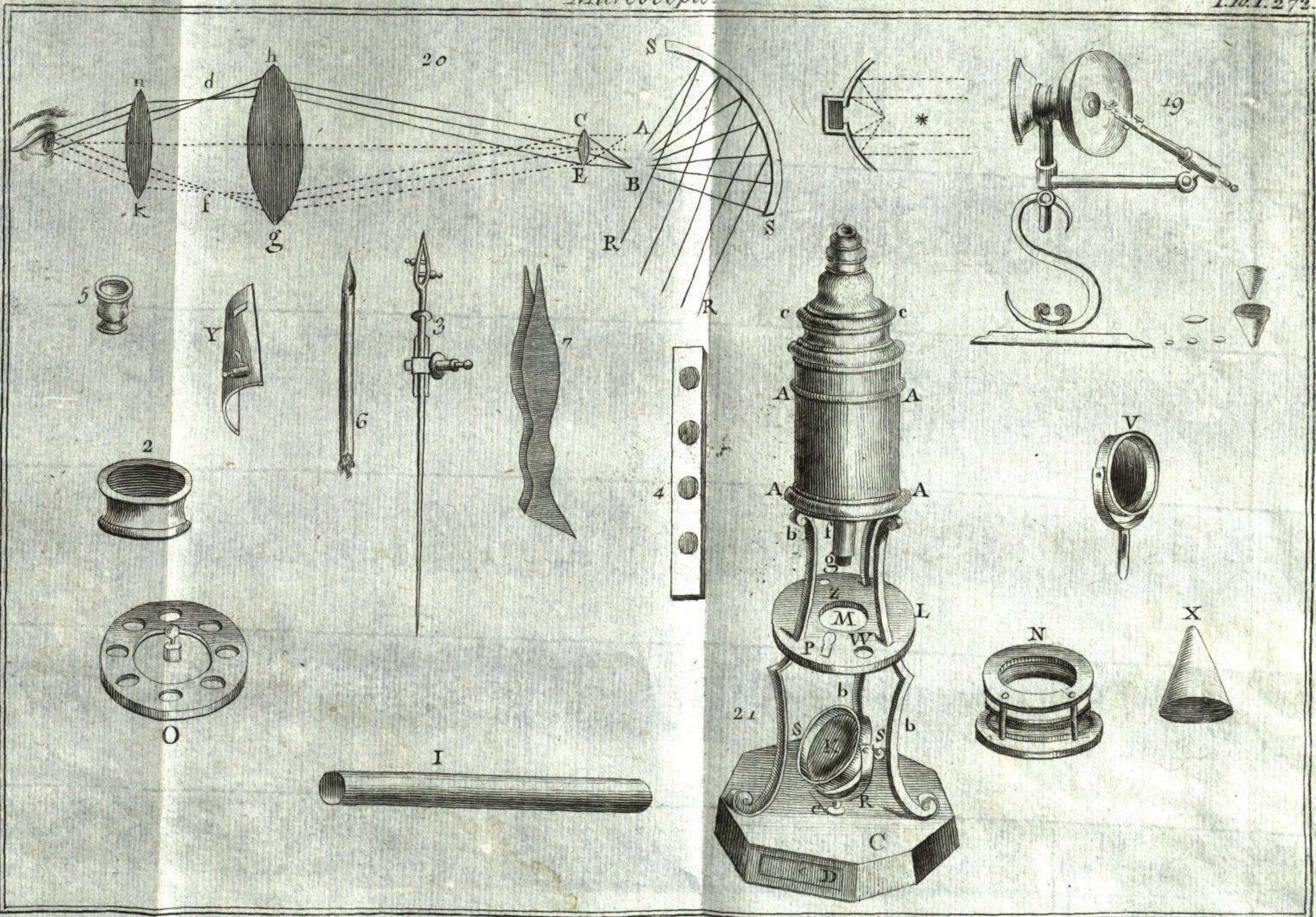
ducir en la ocasion para tener luz bastante; pero de dia no es necesaria.

X Cono cóncavo de madera negra para colocarle en la abertura M, quando se usan las lentes, ò magnificantes de mucho aumento. La experiencia enseña, que la imagen del objeto transparente se distingue mejor separando los rayos obliquos, que embia el espejo, quando no concurren à formarla.

Y Una platina curva, en que se pone, y asegura un cabezudo, (**) un gobio, ò cadoz, cuya cola transparente, puesta en medio de M, permite ver la circulacion de la sangre. Puedese tambien meter en el tubo I una Rana pequeña, un Lagartillo, ò una Anguilita viva, y en sus extremidades se vé maravillosamente esta circulacion, poniendo el tubo en las asas, preparadas para este efecto debajo de la abertura M. La circulacion aparece rapidisima, aunque en sí no lo sea tanto, al modo que el objeto aparece tambien mayor de lo que es. Si el lugar, à que se estiende en la apariencia el objeto, es cien veces mayor que él, la sangre, que atraviesa este espacio, debe parecer, que camina cien veces mas de lo que en la realidad camina.

Es

(**) El *Gabezudo* es una especie de Mugil, en Latin *Capito*, y *Cephalus*, en Italiano *Cavicchio*, en Griego Κέφαλος. La palabra, que aqui se traduce, que es *Tetard*, significa tambien un Escarabagillo aquatil, negro, y de cabeza grande. Vease el Dic. de Trevoux, Nebrija, el de siete Leng, la trad. Italian. &c.



Los Rayos que caen paralelos sobre la curvatura del Espejo son llevados Obliquamente hacia el foco de la Lente. Este -
 Microscopio se perfecciono por M. LiberKun, pero le invento M. Descartes Dioptr. C.9.

2 Es un vaso circular , en que se pone un vidrio plano-cóncavo , ù otro , conforme necesite , ò guste el Observador. Esta pieza se pone sobre la abertura M , y el objeto en la concabidad del vidrio , la qual disipa los rayos reflejos , que serían demasiados.

3 Aguja , que remata en punta por un lado, y por el otro en unas pinzas, que se abren apretandolas , y se cierran por sí mismas. Esta aguja se coloca , y ajusta en Z , y vá à dar con el objeto en M.

5 Caja de marfil para guardar la provision de hojas de talco.

6 Escobilla , ò especie de pincél.

7 Otras pinzas.

Aunque este Microscopio , que es de M. Eduardo Scarlet , y de que yo he usado muchos años , sea muy bueno , no puedo dejar de convenir con los que son de parecer, que el gran Microscopio de M. Jorge , Optico de París , del modo que le construyó para M. Duhamel , de la Academia de las Ciencias , es muy superior à éste , cuya descripcion hemos hecho , y viene de Inglaterra , yá sea por la perfeccion de sus observaciones , y yá por la libertad para las posituras, y situaciones , que admite con notable multiplicacion de efectos.

Quando se trata de ver objetos transpa-
ren-

rentes, este es el Microscopio mas util; y aun con el socorro de la segunda reflexion no deja de servir para los opacos : sí bien para el estudio cómodo de estos es mas conveniente , y delicioso el espejo cóncavo de M. Liberkhun.

Telescopio
Astronomi-
co.

89 El Telescopio Astronomico, y el Telescopio doble , que se aplica al Graphometro, solamente tienen dos vidrios. Este Telescopio, recibiendo los rayos del objeto lejano, los modifica, como si viniesen paralelos, de modo, que se ván à unir à sus focos respectivos, ordenandose como lo están los puntos del objeto en alguna parte de los vidrios del antejo. La distancia del foco es tanto mayor, quanto la curbatura del vidrio objetivo es porcion de mayor esfera. Llegando al foco inversa la imagen , aparece recta en los ojos; y asi, debe aparecer inverso el objeto , que se mira. Pero la claridad con que se descubre la imagen , y la hermosa iluminacion con que la representa la luz , hace , que pase la Astronomía por este inconveniente , que en la realidad no lo es; pues importa poco , que un Planeta , que es rotundo , aparezca de un lado , ò de otro , inverso , ò recto. Tampoco incomoda en la medida de un terreno, porque la question no es en ella, sino de tener un punto determinado en la imagen recta , ò inversa. Tambien se mira este inconveniente , como si no lo fuera, en el Microscopio compuesto, donde se trata de ver un pequeñisimo objeto , cuya situa-
cion

cion es para el asunto indiferente. No es lo mismo en el Telescopio terrestre , que estendiendo mucho un emispherio , ò abrazando un campo muy dilatado , y un numero de figuras, como arracimadas à manera de una pintura , ò quadro historico en un mismo suelo , y nivél, nos debe representar los objetos , de modo , que se puedan distinguir.

90 El Telescopio terrestre tiene quatro vidrios. Solo ver la figura manifiesta el camino, que lleban los rayos de luz, y la inversion , que se hace de la última imagen en los ojos , lo qual es causa de una verdadera rectitud.

Telescopio terrestre.

La fábrica de este instrumento consiste en muchos cañones , ò tubos de cartón, que entran el uno en el otro , si yá no se constituye , para usarle solo en casa , todo de una pieza. El primer cañon encierra otros dos , que no se sacan de modo alguno , quando se usa del anteojo. De estos tubos , ò cañones , el uno , que es sumamente pequeño , tiene una lente ocular , y el otro mas largo , que se encaja tambien para que permanezca estable al otro lado del primero, trahe asimismo dentro otras dos lentes , que tambien se llaman oculares , ò lente ocular segunda , y tercera. En el ultimo de los cañones grandes está el vidrio mayor , que se llama objetivo. Los círculos pequeños , ò diaphragmas, que se ponen en lo interior de los tubos , entre las lentes , y en los puntos , que constituyen el

foco comun, sirven para absorver los rayos nocivos à la claridad de la imagen.

91 Estos Telescopios tienen tres grandes inconvenientes. 1.º La multiplicacion de los vidrios, que hace sombría la imagen con la pérdida de tantos rayos como reflejan en quatro vidrios. 2.º Siendo los rayos de colores diversos en la luz misma, como yá dijimos en otra ocasion, (a) se doblan con desigualdad, especialmente si vienen muy obliquos, lo qual hace, que las extremidades de la imagen aparezcan obscuras, y ofuscadas con iris, ò franjas de diversos colores. 3.º La longitud de estas máquinas, aunque no sea sino de seis, ù ocho pies, hace su gobierno dificil, doblanse por razon de su longitud, y el objeto se pierde de vista, el transporte, y el pie sobre que se arma, son embarazosos en demasía. Esto supuesto, propondrémos aqui otro Telescopio mas util, ligero, y manejable, de modo, que equivale à un tubo, ò antejo de 8 pies, con que solamente tenga 15, ò 16 pulgadas, y à un Telescopio de 18 pies con solo tener dos y medio. Este es el que se inventó yá há casi cien años por un Optico Escocés, (b) que le hizo grabar, y publicar el año de 1663. Despues se ha perfeccionado, y es entre todos el que mas ha agradado al público, principalmente despues de los diferentes grados de perfeccion,

(a) Tom. 7. Conv. IX.

(b) Optica promota Jacobi Gregori.

y facilidad con que en Londres, y París le han trabajado, y en que parece iban como à porfia. Sus dimensiones las tenemos en un tratado muy bueno de M. Pasemant, à cerca de la construcción de este Telescopio, y del modo de bolver sus vidrios, y sus espejos. Este Oficial inteligente nos dá motivo para esperar nuevas producciones de su industria. (**)

Fig. 23 : el Telescopio de espejo agujereado. La primera vista descubre en él, que consiste en muchas piezas faciles de distinguir. 1.º Un pie muy simple, y muy cómodo, que se desarma, y reduce à varias piezas. 2.º Una rodilla, que ayuda ácia todas partes à la movilidad del Telescopio. 3.º Tornillos, de los quales unos afirman la rodilla, y otros unen el cuerpo del Telescopio à su pie, y sustentáculo. 4.º Un tubo de cobre, cubierto de zapa, de 13 pulgadas de largo, y dos, ò poco mas en su interior, ò en el alma del cañon. 5.º Otro pequeño tubo, ò cañuto de laton, embutido en el primero, y de tres pulgadas de largo. 6.º El usillo, que es una varita de acero, terminada en un boton ácia el tubo pequeño, y arrimada à lo largo del cañon grande.

El uso del pie es bien sabido. El cañon pequeño no tiene sino una abertura de un quarto de linea para aplicar à ella la vista. La extremidad

Mm 2

ex-

(**) Este punto omite la traduccion Italiana.

exterior del cañon grande está toda abierta para recibir paralelos los rayos, que vienen de los objetos lejanos. Estos rayos caen al fondo del cañon grande, en donde hallan un espejo cóncavo agugereado por medio con una abertura de seis líneas; y recibiendo los rayos paralelos en la concabidad, los buelve à embiar abliquamente, de modo, que los reune en un foco distante nueve pulgadas:alli se cruzan, y hacen divergentes, y de este modo ván à caer sobre la concabidad de otro espejo de ocho líneas de diámetro, y 18 de foco. Estos rayos encuentran la superficie tersa, y pulida en medio del tubo ancho, à diez y ocho líneas de distancia del foco precedente, y à diez pulgadas y media, con poca diferencia, del espejo agugereado, à el qual hace cara el pequeño. Este se pone, por lo comun, en el hueco del cañon grande en un curso, ò brazo, que se juega desde fuera por un agugero lateral con el tornillo, que termina la varita, ò usillo de acero. El espectador dá bueltas al boton à un lado, y à otro, y adelanta, ò atrasa el cursor con su espejo, segun la lejanía de los objetos, ò segun la disposicion de su vista. Los rayos, despues de haberse cruzado en el foco comun de los dos espejos; y de haber caído obliquamente en la concabidad, resaltan por líneas casi paralelas; lo qual las dirige ácia la abertura del espejo grande, entran por ella, y encuentran debajo de una pequeña obliquidad al principio, ò entrada del segun-

do

do cañon el primer vidrio, que es plano-conve-
xo, el que los junta, y forma una segunda ima-
gen ácia el medio del cañon, y del lado de acá
de su propio foco. La negrura de los lados, ò
paredes del anteojo, y un diaphragma, puesto
ácia la union de los conos, ò pinceles, acaban
de aclarar la imagen: y como representa, y cor-
rige la precedente, los rayos, que salen de aqui,
como del objeto mismo, pasan al segundo vi-
drio en forma de media luna; y atravesandole,
ganan la abertura de quatro lineas, y forman en
la vista la pintura inversa: de donde se sigue,
que los objetos aparezcan rectos, y en su natural
postura. Los rayos paralelos, que salen de la me-
dia luna, mostrarán el objeto como colocado en
la parte de donde ellos salieron; esto es, ácia el
diaphragma vecino, y de aqui es, que los obje-
tos muy lejamós aparecen sumamente vecinos.

Este Telescopio dió lugar al de Nevvton, que
es posterior, y copia suya, sin tener mas diferen-
cia que una mutacion muy pequeña: uno, y otro
reciben la luz por una abertura ancha, y en un
espejo tambien muy ancho, que está en el fondo
del Telescopio; y uno, y otro la buelven, y en-
caminan al segundo espejo; pero en el de Nevv-
ton el espejo, que termina el tubo, no está agu-
gereado, y el espejo pequeño, en lugar de hacer
cara al precedente, le mira, y se opone con la
inclinacion de 45 grados, lo qual hace, que la
luz buelva à uno de los lados del tubo casi à án-
gu-

gulo recto , y alli descubre la vista el objeso, como si le tubiera delante , no obstante que se halla à un lado. (**)

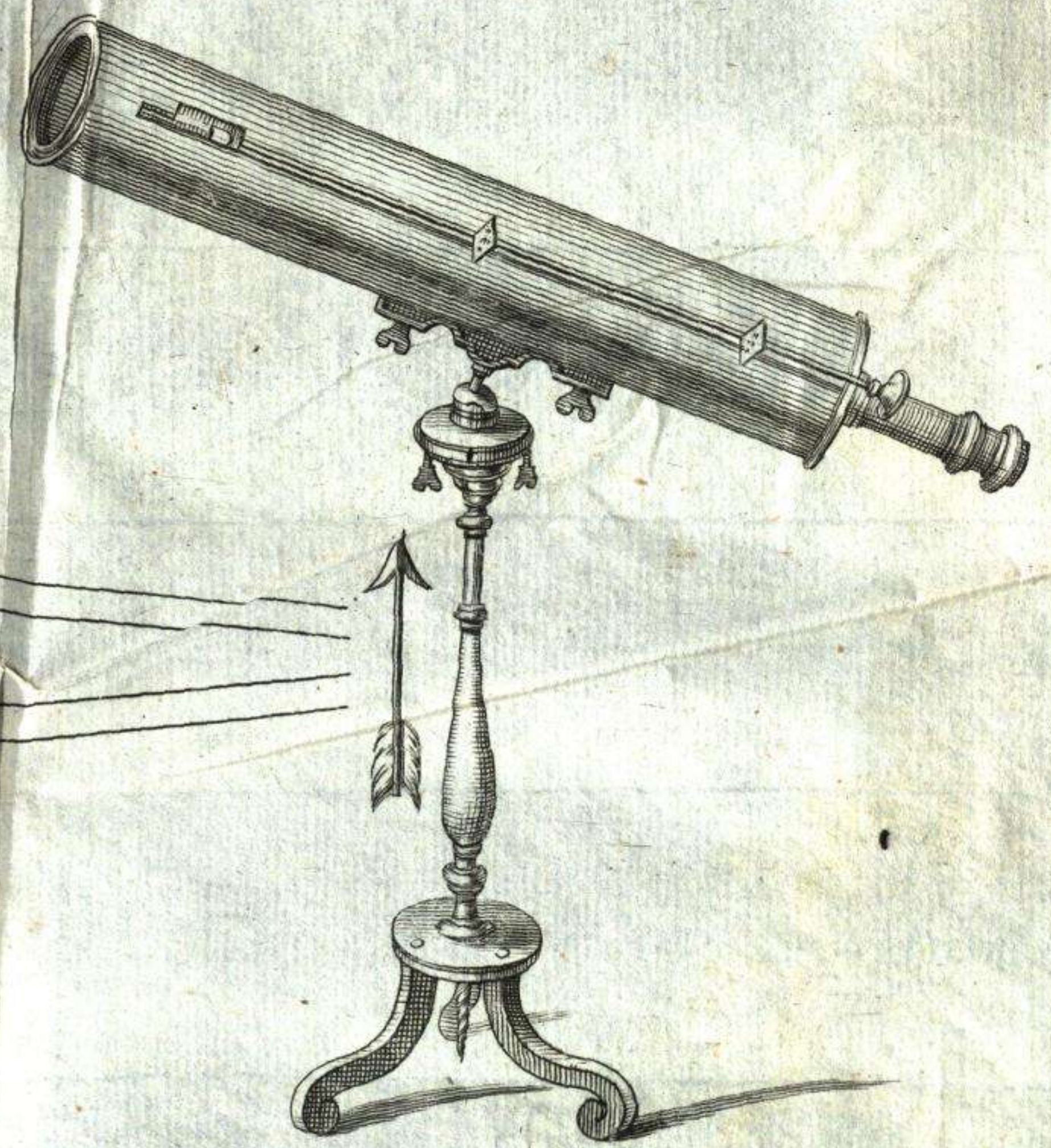
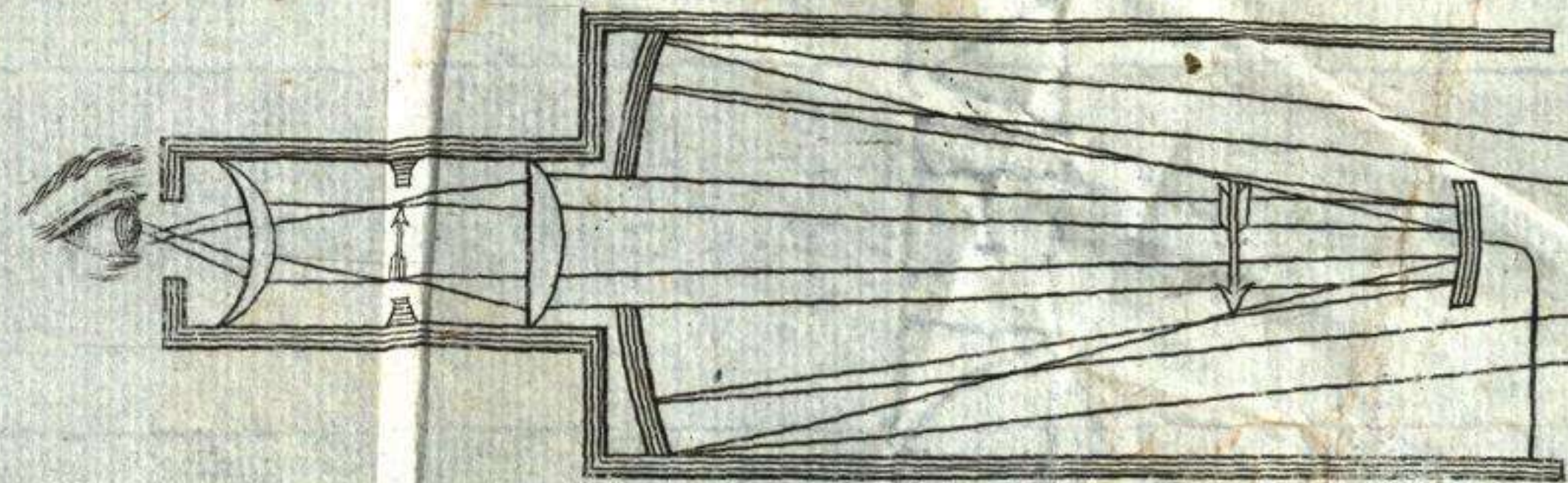
Este Telescopio dá mucha claridad à la imagen , y es de hermosa , y excelente invencion; pero la multiplicidad de piezas (que yo omito referir) junta con la dificultad de dár con el objeto , que se busca , como à bulto , y à un lado, ha hecho el uso poco comun , y la descripcion no muy necesaria.

Perspectiva.

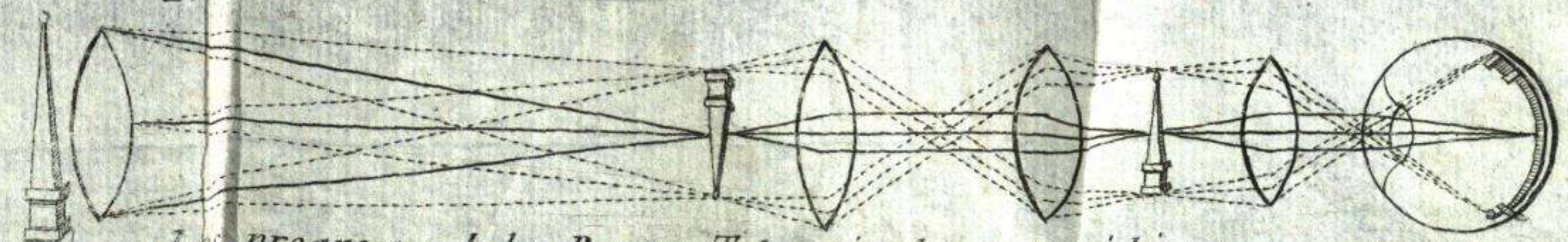
La multitud innumerable de Artesanos, Tramoyistas , y Arquitectos , que usan continuamente del diseño, deben tambien à la Optica las reglas de la perspectiva , tan à proposito por su simplicidad , como por su certidumbre para ayudar al ingenio, y dár à las diversas partes de un todo las situaciones respectivas, que tendrian , siguiendo la sencillez de la misma Naturaleza. Nada rezelan mas, que apartarse de la hermosura, y por esta causa siempre ponen los ojos

(**) Tampoco Nevvton perfeccionó este Telescopio , pues no obstante , que gastó 60 años en disponerle , jamás pudieron los Oficiales Ingleses , aun siendo tan exactos , y curiosos , conseguir la facilidad en las observaciones , y claridad en la imagen, que ideaba Nevvton, que vino à dejarle imperfecto por esta causa , y de hecho se hubiera quedado en la obscuridad , y en el olvido , si el célebre *Hadleyo* no le hubiera adelantado tanto, que se juzgó no dejar que hacer en este punto à los venideros. Vea-se à Pedro Van Musschbroek. Oratio de Sap. Div. habita A. D. VLII Februarii MDCCXLIV. p. 14. Imp. de Leyden , año de 1729 Con toda la perfeccion à que llebó Hadieyo este Telescopio , ha tenido despues varias reformas , de modo , que parece haber logrado la mayor perfeccion , y ultima mano ; pero los tiempos desmienten muchas veces nuestros juicios , y acaso nos dirán los venideros , en esto , como en otras cosas , cuánto les quedó que hacer à los pasados.

Los progresos de la Luz en el Telescopio de reflexion. 23.



22



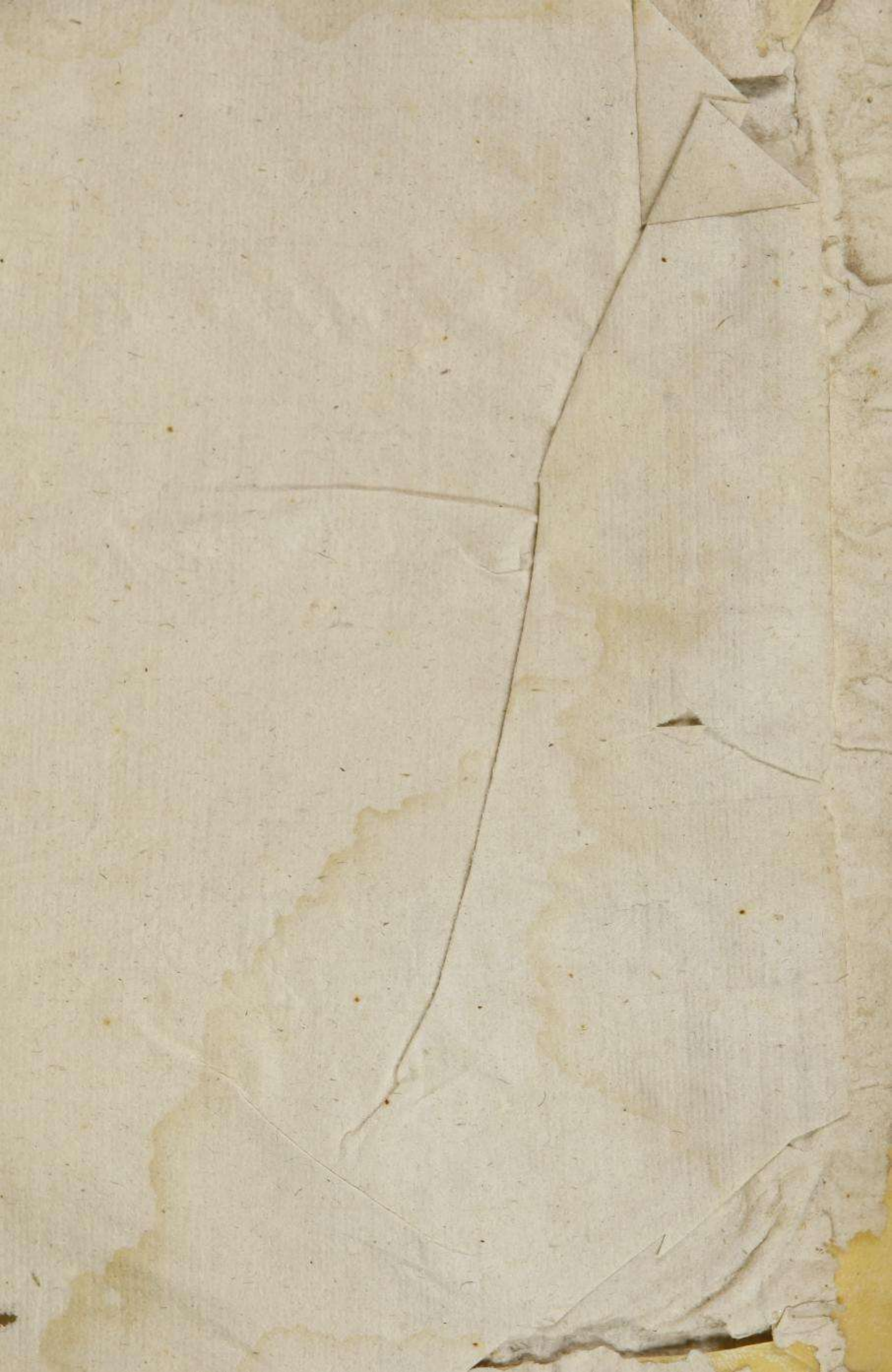
Los progresos de los Rayos Telescopio de quatro vidrios

ojos en la simple Naturaleza. Pero estas Artes imitadoras no dán un páso, ni ponen un punto, sin que meta la perspectiva la mano, y les ponga en la suya una linea, que la llebe infaliblemente à colocar aquel punto en su lugar verdadero.

En este compendio de Ciencias prácticas no nos estenderémos yá mas, pues basta lo que hemos dicho para que conozcamos con evidencia el destino, y verdadero empléo de la inteligencia, que le entregó al hombre el Criador. La sabiduría del hombre es visiblemente propria de un Gobernador, que preside, de un Usufructuario, que recoge, y de un Señor, que dispone de todo. Pero la estructura del Mundo mismo, y de las particulas, ò elementos, que le componen, el conocimiento de los designios de Dios, y de sus decretos, y voluntad, pertenece à la ciencia del Criador; él lo reservó para sí mismo: nuestro entendimiento, en esta razon, está en tinieblas; aqui se acabó su ciencia; no reconoce las esencias de las cosas en sí mismas, como no conoce el celébro en que el entendimiento mismo se aloja: querer penetrar esto, es solo buscar escollos en que pelígre; y lo que le es permitido saber de las obras libres de la voluntad de Dios, si este Señor no se lo dice, jamás lo podrá saber.

Conclusion.

FIN DEL TOMO DECIMO.



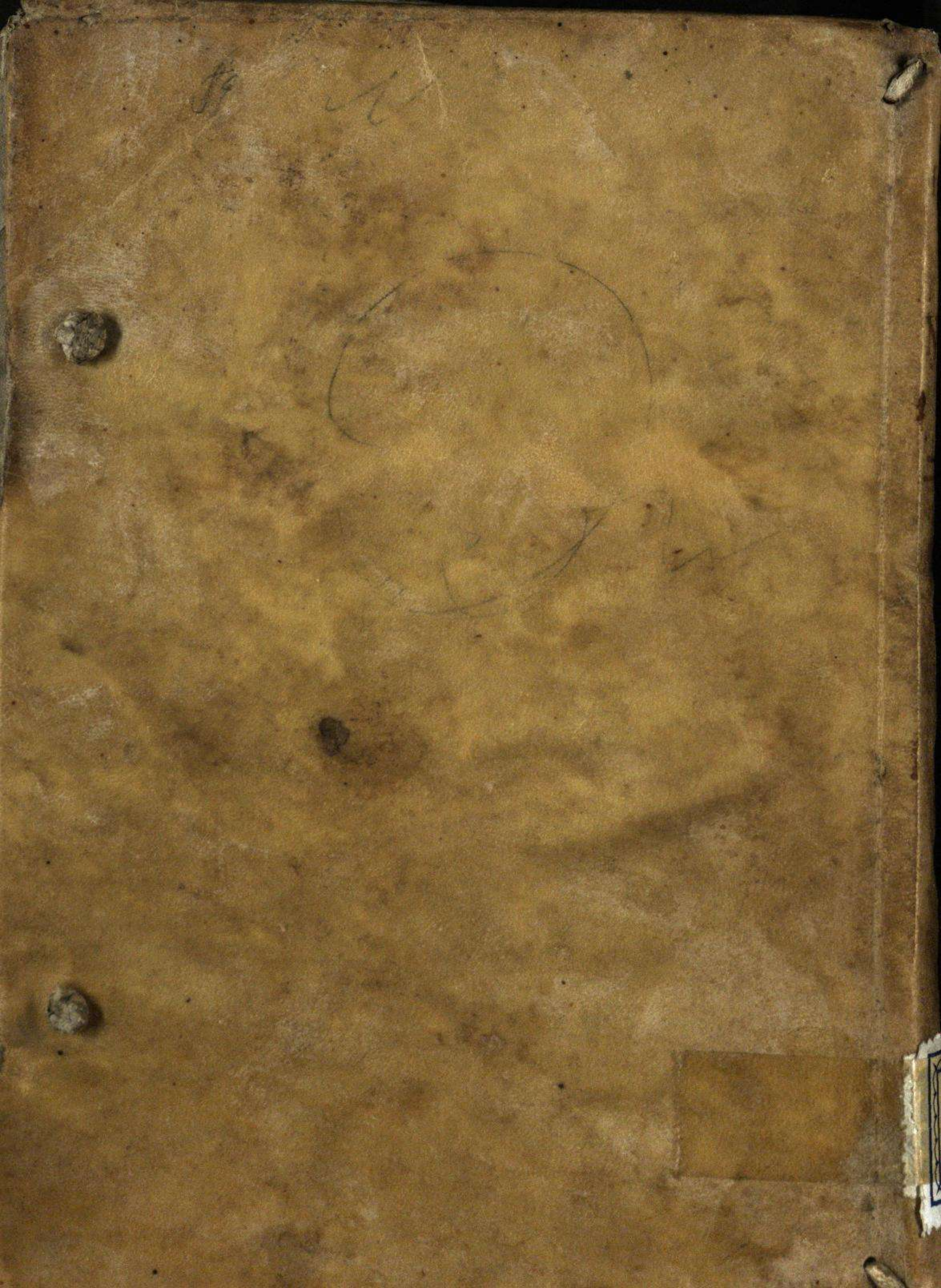
Fr
Francisco Lopez

Decimo Decimo

de Parague Cu







14220