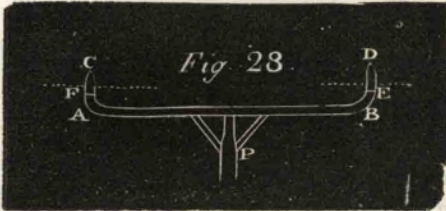


8. Para nivelar dos puntos muy distantes se emplea el *nivel de agua*.

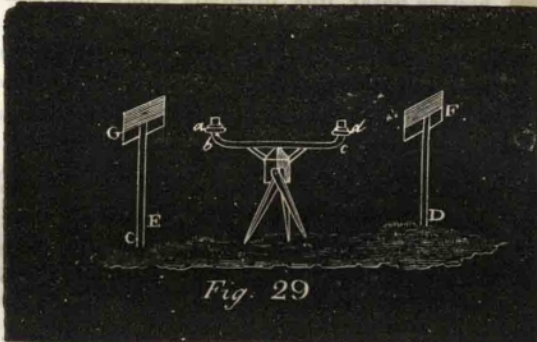


El nivel de agua se compone de un tubo AB de hoja lata (fig. 28) soldado por sus dos extremos, en los que están perfectamente ajustados dos cilindros de cristal C, D; se sostiene el tubo horizontalmente sobre un pie en P; se vierte agua colorada en uno

de los cilindros y hay nivel cuando se eleva á la misma altura en los dos.

Con el nivel de agua nos valimos de una escala y un índice. La escala es una regla de 3 á 4 metros de altura dividida en metros, decímetros y centímetros. El índice es una segunda regla que resbala á lo largo de la escala y que indica la diferencia de nivel en metros, decímetros y centímetros.

9. Para hallar con el nivel de agua la diferencia de altura de los puntos C



y D (fig. 29) se fijan en estos puntos dos piquetes, mitad blancos, mitad negros, divididos en porciones métricas: despues se coloca el instrumento en un punto, desde donde se puedan ver los dos piquetes F y G. El agrimensor envia al punto C á su ayudante que levanta ó baja segun la señal, la extremidad

superior movible del piquete, mientras que el enfila su nivel. Si, fijo el ojo en el divisa el punto de índice del piquete, es decir, la línea formada por la separacion de los dos colores, hace señal á su ayudante para que tenga inmóvil la parte superior del piquete; el ayudante anota entonces los metros y las partes de metro sobre el piquete, contando desde el suelo hasta el punto de índice. Para saber la diferencia de altura entre D y C es necesario deducir la altura del piquete FD, y se tiene en EC la diferencia buscada.

10. Si el terreno es muy desigual, es necesario cambiar muchas veces de plano, que es lo que se llama *una alineacion parcial*; los puntos donde verifica las operaciones el agrimensor, se llaman estaciones. La suma de las alturas parciales obtenidas asi dan la altura total buscada.

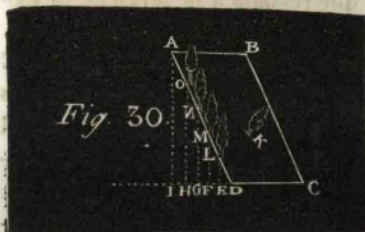
Se llaman puntos de *señal* los que se anotan dos veces en la operacion.

§. 3. Método de cultelacion.

1. Qué nombre se da á la base productiva?—2. De dónde proviene el nombre de base productiva?—3. Cómo se reduce un terreno á su base productiva?—4.Cuál de los dos métodos, de cultelacion ó desarrollo es preferible?

1. La base productiva que se llama tambien *proyeccion horizontal* es el plano de nivel supuesto debajo de la pendiente del terreno inclinado. La superficie, que corresponde á plomo debajo de la superficie real, es pues la proyeccion horizontal.

Asi la proyeccion horizontal de un terreno inclinado no es otra cosa que



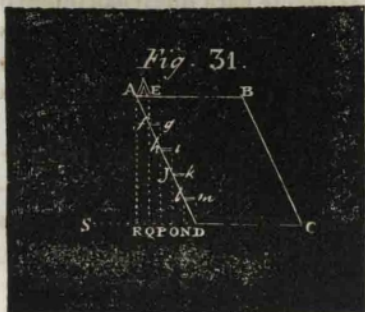
la figura IAD (fig. 30) que se podria trazar, si de todos los ángulos de este terreno se hiciese bajar una plomada sobre una superficie nivelada ID.

La *base productiva* se llama asi, porque está admitido como principio de economía rural que un campo inclinado produce en

razon, no de su estension real, sino de su proyeccion horizontal. En efecto, si este campo producía en razon de su superficie, no podría esto suceder sino en el caso de que los vegetales crecieran perpendicularmente á esta superficie, tal como el árbol K (fig. 30), lo cual no es asi; porque la esperiencia demuestra que crecen verticalmente como los árboles L, M, N, O, que, colocados á lo largo de la línea DA, ocupan toda la proyeccion horizontal de esta línea.

3. Si el terreno que se quiere reducir á su base productiva es de inclinacion suave, se mide con la cadena, como ya se dijo anteriormente.

Si la inclinacion del terreno es rápida, en vez de cadena, se emplea una



regla de 3 á 6 metros (fig. 31) provisto de una plomada. Se le traslada sucesivamente de A á E, de f á g, de h á i, de j á k etc. Se ve que la extension $AE=RQ$, $fg=QP$, $hi=PO$, $jk=ON$, $lm=ND$; luego la suma de las porciones horizontales que se obtiene midiendo una línea inclinada, es absolutamente la misma que se obtendría si se midiese horizontalmente y de una sola vez esta línea inclinada; en otros términos igual

á la de la proyeccion horizontal.

4. Si la pendiente es suave, debe emplearse el método de desarrollo, porque entonces el error es casi nulo; en caso contrario el método de cultelacion merece la preferencia.

4.ª SECCION.—DIVISION DEL TERRENO HORIZONTAL INCLINADO.

§. 1. De la restitution de terrenos.

1. El arte del agrimensor se limita á determinar la estension de una superficie?— 2. Qué debe hacer el agrimensor cuando, de dos terrenos contiguos, tiene el uno menos y el otro mas de la medida?— 3. Cómo se restituye un terreno partiendo de una base encontrada por oblicuas que forman á sus extremidades 1.º ángulos agudos, 2.º ángulos obtusos?— 4. Cómo se restituye un terreno sobre un cuadrilátero rectilíneo ó curvilíneo, en que una de las extremidades es mas larga que las otras?

1. El arte del agrimensor no se limita á buscar la superficie de un terreno; es necesario tambien que tenga medios: 1.º para determinar exactamente lo que en él se halla, sea de mas ó de menos, relativamente á los títulos; 2.º para dividir la propiedad en las proporciones que aquellos indiquen.

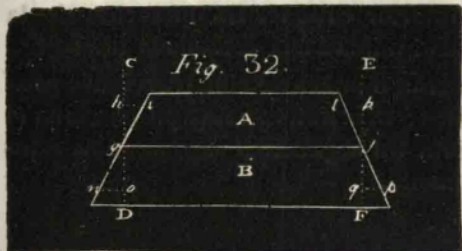
2. Cuando de dos terrenos contiguos el uno tiene mas y el otro menos de lo que les corresponde, y el agrimensor es llamado para restituirlos á su capacidad legal, debe: 1.º examinar los títulos de cada propietario; 2.º medir los campos en masa en la direccion comun á todas las piezas, á menos que la linea divisoria no esté fijada por setos ó algun foso, y 3.º medir cada campo en particular.

Pues la medicion en masa da mas exactamente la superficie total que la suma de las piezas medidas en particular, porque el cálculo es tanto mas exacto en general cuanto menos se repiten las operaciones. La diferencia de los dos resultados debe ser repartido proporcionalmente á cada pieza.

3. 1.º Para restituir un terreno, partiendo de una base encontrada por las oblicuas que forman en sus extremidades ángulos agudos, se divide el número de métrós que han de tomarse de una superficie por la longitud de esta superficie; pero como esta operacion supone un rectángulo, se tendria de menos la suma de los pequeños triángulos exteriores *ghi klj* (fig. 32). Es

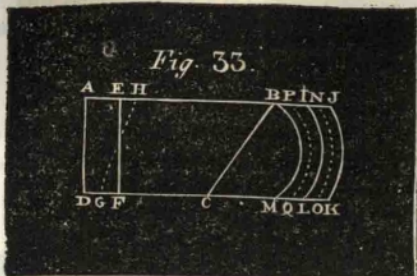
necesario, pues, dividir la suma de estos triángulos por la longitud de la superficie, disminuidas las bases *hi, kl*.

2.º Si las oblicuas forman ángulos obtusos (fig. 32) como sucede en la superficie B, es evidente que debe operarse de una manera



inversa, pues que los pequeños triángulos son interiores.

5. 1.º Para restituir un terreno sobre un cuadrilátero rectilíneo en que una de las extremidades es mas larga que la otra, se divide el número de metros que hay que tomar por un lado ACD, del trapecio ABCD (fig. 33). Su-



pongamos que nos resulte 1,50 est. por cociente; si se saca 1,50 est. de DF para añadirlo á AE, se tendrá una cantidad igual al rectángulo, y la línea opuesta á la base, seguirá la oblicuidad necesaria.

2.º En un cuadrilátero curvilíneo la curva JK (fig. 33) puede ser considerada como la base de un rectángulo, luego dividiendo por JK la cantidad del terreno que se ha de restituir, se tendrá por cociente la anchura IN, LO, IP, LQ.

Si las extremidades BJ, MK, son oblicuas suficientemente pronunciadas se las toma en consideracion como hemos dicho, núm. 4.

§. 2. De la partición de propiedades.

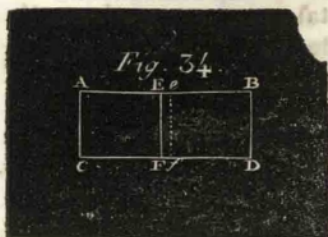
4. En qué consiste la dificultad de la partición de las propiedades?— 2. Cuáles son los conocimientos necesarios para la partición de propiedades?— 3. Cómo se divide un campo de forma rectangular, en 2, 3..... partes iguales?— 4. Cómo se divide en varias partes iguales un campo de forma triangular, paralelográmica, ó de un trapecio?— 5. Da da una superficie, cómo se le dá la forma de un cuadrilongo, ó en otros términos, cómo se convierte un terreno de forma irregular en un rectángulo de un valor equivalente?— 6. Cómo se divide en cierto número de partes iguales un campo de forma poligonal irregular?

1. La partición de las propiedades es por lo comun necesaria por efecto de una herencia ó por venta.

Esta partición es generalmente difícil. No basta en efecto, dividir la propiedad en porciones de una extension perfectamente igual, sino que es tambien necesario atender á la calidad del terreno. Hay fanega de terreno que vale por 2 y 3 de inferior calidad. La operacion de la partición exige, pues, mucha habilidad unida á una acrisolada buena fé.

2. La geometría nos ofrece un gran número de construcciones propias para la partición de propiedades; la aritmética nos proporciona el medio mas facil, una simple division. En la práctica se combinan estos dos medios que se auxilian mutuamente.

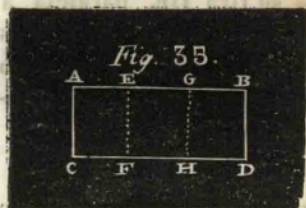
3. 1.º Para dividir en dos partes iguales un campo de forma rectangular,



se comienza por señalar con jalones una línea en la dirección FE (fig. 34) que divida lo mejor posible este campo en dos partes iguales. Se mide separadamente cada una de estas dos mitades; se suman sus dos superficies y se toma la mitad, la cual será la capacidad de cada una de las dos partes del campo.

Si la línea FE no llena esta condición se mide su longitud; se divide por el valor lineal de FE el número de varas cuadradas que deben añadirse á la mitad menor, y el cociente dará la distancia lineal á que debe colocarse la línea de partición.

Si la porción B D F E contiene, por ejemplo 50 varas cuadradas de mas, á la porción ACFE deben restituirse 25. Pero supongamos $FE=20$ varas; dividiendo 25 por 20 de longitud tenemos por cociente 1.25 varas; es decir, que la línea de partición FE debe aproximarse hácia BD de 1.25 varas en *ef*.

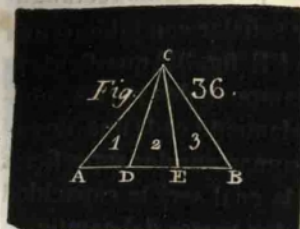


1.º Si el rectángulo ABCD (fig. 35) debe ser dividido en 3 partes iguales, se trazan aproximativamente con jalones las dos líneas FE, GH que deben limitar las 3 partes de la pieza. Se mide separadamente cada una de estas 3 partes, se suman sus superficies y se toma el tercio, que deberá ser el contenido de cada parte.

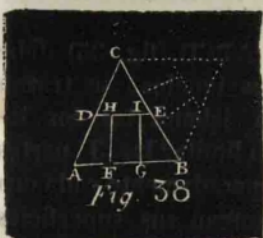
Si una de ellas AEFC, por ejemplo, es menor de 40 varas cuadradas, se mide la longitud de la línea $FE=20$ varas; se dividen las 40 varas cuadradas por 20, y se tiene 2 por cociente; es decir que debe retrocederse 2 varas hácia HG la línea de partición FE. Se procede de la misma manera en la segunda porción EGHF; en fin la tercera GBDH tendrá su medida exacta si la operación ha sido bien hecha.

De la misma manera se operaría si el campo debiese dividirse en mayor número de partes.

4. 1.º Para dividir en tres partes iguales un campo de forma triangular dispuesto de tal suerte que cada partícipe quiera gozar de su pozo ó de una salida á uno de los vértices, basta dividir la base AB (fig. 36) en tres partes iguales y tirar rectas desde el vértice á todos los puntos de division.



Si el triángulo debe ser dividido en cuatro partes iguales, se toma un punto C (fig. 37) en la mitad del lado AB; otro punto D, en la mitad del lado AF; despues otro punto E, en la mitad del lado FB; se unen DE, DC, CE, y se obtienen las cuatro partes equivalentes.



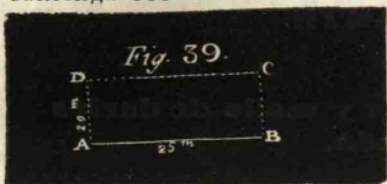
Otro procedimiento. Se toma un punto D, en la mitad de AC (fig. 38), se tira DE, paralela á AB; se dividen las líneas AB, DE en tres partes iguales, se unen los puntos de division por medio de las rectas FH, GI y el triángulo resulta dividido en cuatro partes equivalentes.

2.º Por la figura 38 se ve tambien la manera como puede dividirse un paralelógramo en 8 partes iguales.

3.º Finalmente podrémos siempre, como lo indica el trapecio ADEB, dividir un trapecio en un número cualquiera de partes, siendo para ello suficiente tener en cada base del trapecio un número de partes iguales.

5. Conocida la superficie de un terreno para darle la forma de un cuadrilongo, ó para convertir un terreno de forma irregular en un rectángulo de superficie equivalente, se mide la longitud de uno de sus lados, que será la destinada á uno de los del cuadrilongo y se divide esta longitud por el número de estadales cuadrados que deba contener la figura: el cociente será el número de métrros que debe darse á la altura del rectángulo pedido.

Supongamos que se ha de trazar una pieza de terreno rectangular que contenga 500 estadales cuadrados de superficie y cuya base sea la línea



AB (fig. 39). Supongamos $AB=25$ estadales; dividiendo 500 estadales cuadrados por 25 estadales, obtendremos por cociente 20, que será la altura que deben tener los lados AD y BC. Tirando entonces las dos líneas paralelas AD, BC,

de una longitud de 20 estadales, perpendiculares á la AB, y paralela á esta la DC, obtendremos el rectángulo pedido ABCD, cuya superficie es 500 estadales cuadrados.

6. Para dividir entre varios herederos y en partes iguales un campo de forma poligonal irregular, se mide la totalidad del terreno en estadales cuadrados, se divide el número obtenido en varias porciones iguales, como en 2 mitades, 3 tercios, 4 cuartos, 5 quintos, 8 octavos, etc., según el número de partícipes, y la extensión de la porción que debe tocar á cada uno; ó lo que es lo mismo, se hace la división por 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, etc. partes, según las circunstancias, y se obtiene así el número de estadales cuadrados que cada heredero puede reclamar como su herencia. Hecho esto, se buscan y trazan sobre el terreno los límites de cada superficie parcial, dándoles en cuanto sea posible la figura de un cuadrado, un rectángulo, ó un trapecio, eligiendo, si el terreno lo permite, la figura que mejor convenga á los copartícipes.

Supóngase que tenga que dividirse entre tres personas un campo cuya extensión superficial sea de 10.000 estadales cuadrados, de manera que el primero tenga la mitad del todo; el segundo, la tercera parte; y el tercero la sexta. El 1.º tendrá, pues, los $\frac{1}{2}$ del todo, es decir, 5000 estadales cuadrados; el 2.º $\frac{1}{3}$, es decir, 3333 estadales cuadrados, y el 3.º $\frac{1}{6}$, es decir, 1667 estadales cuadrados. Estas diversas superficies se convierten en rectángulos equivalentes según el método indicado, núm. 5.

SEGUNDA PARTE.

Levantamiento de planos y modo de darles la aguada.

PRIMERA SECCION.

LEVANTAMIENTO DE PLANOS.

§. I. Definiciones.—Escala.—

1. Qué es levantar un plano, y que relacion tiene este arte con la agrimensura?—2. Qué es una escala simple de proporcion y cual es su uso?—3. De qué depende el tamaño de una escala? ¿Cuál es la mas cómoda?—4.Cuál es la escala de los décimos y su uso?

1. *Levantar un plano* es trazar sobre un papel la forma de un terreno con todos sus detalles, en dimensiones reducidas que conserven la proporcionalidad de sus lados y la igualdad de sus ángulos.

Aunque el arte de levantar planos difiera de el del agrimensor, ambos se prestan mútuo auxilio.

2. La *escala simple de proporcion* es una línea que representa la longitud que debe ocupar en un plano, tal ó cual número de estadales en el terreno, sirviendo para poner todos los lados del plan en proporcion.

(Véase dibujo lineal pag, 86 fig. 1.)

Si la escala AB representa diez estadales, Ao ó Ac representará 1 estadal; el Ai ó Ad, 2 estadales; A 2 ó Ae, 3 estadales etc. Si necesitásemos, pues, representar una longitud de 7 estadales $\frac{1}{2}$, colocaríamos una punta del compás sobre la cifra 7, abriéndole hasta que la otra punta llegase á la mitad de Ao ó Ac.—Si una línea del plano fuese mayor que la escala, se coloca una abertura de compás igual á AB, sobre la línea del plano cuantas veces sea posible, y si queda alguna resta, se gradua en estadales y por medio de la escala.

3. El tamaño de una escala sencilla es arbitrario, y se le hace depender generalmente del plano. Sin embargo las escalas decimales ó de 10, 100 etc. partes son de un uso mas fácil que las arbitrarias.

4. Llámase *escala de décimas*, la que nos da las décimas de una medida cualquiera.—El dibujo lineal nos dió su trazado pag, 86 fig. 1.—Veamos ahora su construccion.

Sobre una línea indefinida *CI* se colocan varias aberturas de compás arbitrarias, de las cuales, cada una *CD*, *DF*, *FH*, etc. representan 100 partes. En los puntos *C*, *D*, *F*, *H*, etc. se levantan las perpendiculares *CA*, *DB*, *FE*, *HG*, etc. sobre cada una de las cuales se colocan 10 aberturas iguales de compás, pero arbitrarias. Se tira entonces *ABG*: se divide *CD* y se colocan las 10 partes sobre *AB*, se tiran en seguida transversales y de este modo queda dividida *CD* en 100 partes. Finalmente por los puntos de división correspondientes de *CA*, *DB*, *DE*, se tiran líneas rectas que son otras tantas paralelas á *CD*.

Sea *CD*=100 estadales, tendrémos también *DF* ó *FH*=100 estadales.

Para 100 estadales se tomará, pues, con el compás de *F* á *D*;

Para 103 estadales de *l* á *n*

Para 94 estadales de *o* á *4*

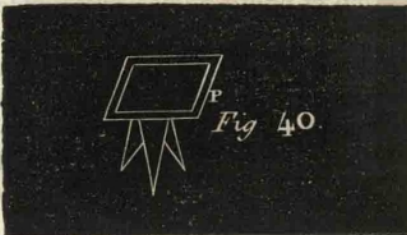
Para 47 estadales de *p* á *7*

§. 2. *Del levantamiento de planos por la plancheta.*

1. Qué es plancheta?—Su descripción —¿Qué es alidada?—Por qué todo terreno cuyo plano se levanta con la plancheta, resulta medido por el método de cultelacion?
- 2.—Cómo se mide un ángulo con la plancheta?—3. Cómo se mide por la plancheta un terreno poligonal desde un punto del mismo?—4. Qué se verifica cuando uno puede entrar en el terreno que va á medir?—5. Qué se necesita para cerrar exactamente un polígono?—Cómo se llama este método?—6. En qué consiste el método de interseccion? ¿Cuáles son sus ventajas?

1. La *plancheta* es una tablita en forma de rectángulo que se coloca sobre un palo ó trípode que gira sobre sí, á fin de que pueda colocarse en una

posición horizontal.—Una bolita que se coloca sobre la tablita, y rueda hácia el lado en que se halla la pendiente, indica que debe levantarse de este lado. Unos tornillos de presión detienen este movimiento cuando ha llegado á obtenerse la horizontabilidad.(fig. 40)



... sobre la línea indefinida *CI* se colocan varias aberturas de compás arbitrarias, de las cuales, cada una *CD*, *DF*, *FH*, etc. representan 100 partes. En los puntos *C*, *D*, *F*, *H*, etc. se levantan las perpendiculares *CA*, *DB*, *FE*, *HG*, etc. sobre cada una de las cuales se colocan 10 aberturas iguales de compás, pero arbitrarias. Se tira entonces *ABG*: se divide *CD* y se colocan las 10 partes sobre *AB*, se tiran en seguida transversales y de este modo queda dividida *CD* en 100 partes. Finalmente por los puntos de división correspondientes de *CA*, *DB*, *DE*, se tiran líneas rectas que son otras tantas paralelas á *CD*.

Sea *CD*=100 estadales, tendrémos también *DF* ó *FH*=100 estadales.

Para 100 estadales se tomará, pues, con el compás de *F* á *D*;

Para 103 estadales de *l* á *n*

Para 94 estadales de *o* á *4*

Para 47 estadales de *p* á *7*

§. 2. *Del levantamiento de planos por la plancheta.*

1. Qué es plancheta?—Su descripción —¿Qué es alidada?—Por qué todo terreno cuyo plano se levanta con la plancheta, resulta medido por el método de cultelacion?
- 2.—Cómo se mide un ángulo con la plancheta?—3. Cómo se mide por la plancheta un terreno poligonal desde un punto del mismo?—4. Qué se verifica cuando uno puede entrar en el terreno que va á medir?—5. Qué se necesita para cerrar exactamente un polígono?—Cómo se llama este método?—6. En qué consiste el método de interseccion? ¿Cuáles son sus ventajas?

1. La *plancheta* es una tablita en forma de rectángulo que se coloca sobre un palo ó trípode que gira sobre sí, á fin de que pueda colocarse en una posición horizontal.—Una bolita que se coloca sobre la tablita, y rueda hácia el lado en que se halla la pendiente, indica que debe levantarse de este lado. Unos tornillos de presión detienen este movimiento cuando ha llegado á obtenerse la horizontabilidad.(fig. 40)

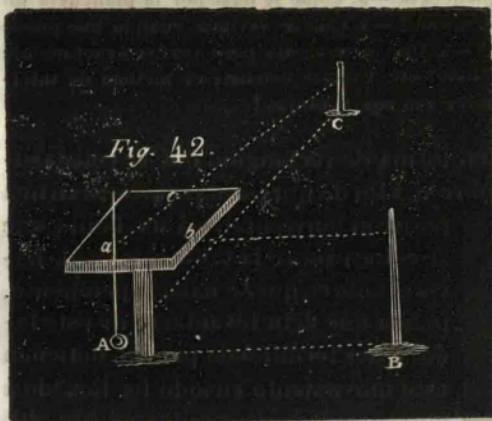
Para cerrar exactamente un polígono, que bastante recto y siempre delimitado, es necesario: 1.º que la plancheta esté perfectamente horizontal en cada estación: 2.º que las medidas se tomen con mucha precisión.

Una hoja de papel está estendida y encolada por los lados con goma.



Se emplea tambien ademas una *alidada* (fig. 41.) Consiste en una regla de cobre á cuyos extremos se hallan ajustadas con unos goznes dos láminas metálicas que pueden levantarse perpendicularmente y detenerse en esta posicion. Estas láminas tienen dos hendiduras ó pínulas y ventanas mas anchas en las cuales está estendido un pelo ó cerda vertical. Mirando por estas hendiduras pueden dirigirse los rayos visuales hacia los puntos del terreno.

De lo que resulta que el plano de un terreno levantado con la plancheta, está siempre representado por el método de cultelacion, puesto que este procedimiento busca siempre la proyeccion horizontal.

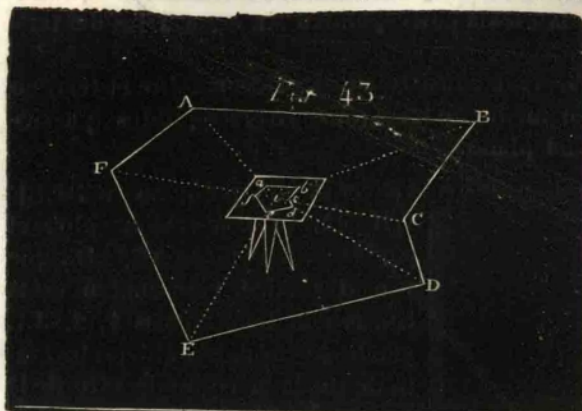


2. Para medir con la plancheta sobre un terreno el ángulo CAB (fig. 42), se coloca desde luego en A el instrumento en una posicion horizontal, se clava en seguida una aguja en el punto *a* que corresponde verticalmente al punto del terreno; se tira la línea *ac* por medio de la alidada aplicada contra la aguja y alineada sobre C; luego, sin separar el instrumento, se apoya de nuevo la alidada contra la aguja dirigiendola hácia B, para tirar la línea *ab*, obteniendo asi el ángulo *cab*, cuya medida nos dará á conocer el semicírculo graduado.

3. El tamaño de una cerda sencilla es arbitraria, y se le hace depender generalmente del plano. Sin embargo las cerdas decimales ó de 10, 100 etc. partes son de un uso mas facil que las arbitrarias.

4. Algunas cerdas de divisiones, se que se da las divisiones de una medida cualquiera. — El dibujo lineal nos dió su trazado pag. 56 fig. 4. — Veamos ahora su construcción.

3. Para medir con la plancheta un terreno poligonal ABCDEF



(figura 43) en el que nos hallemos colocados, marcaremos desde luego sobre el papel un punto i para representar allí el lugar de estacion, donde se clava una aguja, como en el ejemplo anterior; se dirige en seguida la alidada hácia el punto A; se traza á lo largo del borde de la regla la lí-

nea iaA que va á su vértice; se mide la distancia de la estacion al punto A; y se coloca sobre el papel la distancia ia con tantas unidades de la escala como estadales contiene iA : a será, pues, el plano de A.— Se tirarán del mismo modo las rectas ibB , icC ; y se medirán las longitudes iB , iC ... para hallar los planos b , c ,... de B, C... Finalmente uniendo estos diversos puntos, el polígono $abcdef$ será el plano del polígono ABCDEF.

Se comprueba el polígono del plano, colocando sobre la escala una abertura de compás igual á uno de sus lados, y midiendo sobre el terreno el mismo lado; con lo cual se viene en conocimiento de la identidad del resultado. Hecha esta prueba, se trazan en el interior del plano los accidentes que se encuentren en el terreno, como los edificios, caminos, arroyos, etc.

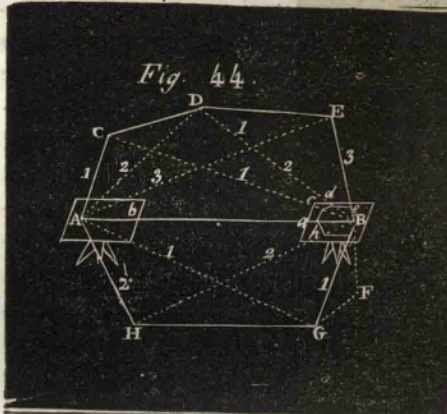
4. Si uno no pudiese colocarse en un punto del terreno, se coloca desde luego la plancheta en A (fig. 43) y se describe el ángulo BAF; se mide en seguida el lado AF, cuya distancia tomada en la escala se traslada al plano donde queda representada por af . Después de haber colocado bien horizontalmente la plancheta en el punto F, se mide el ángulo AFE, y se traza la línea fe , sobre la cual se coloca una abertura de compás tomada sobre la escala igual á la distancia FE. En el punto E, se repite la operacion hecha en A y en F. Finalmente llegando al punto B, es preciso que enfilada la alidada con A, la línea tirada desde el punto b venga á unirse exactamente á la línea en que se encuentra el punto de partida a . Si se consigue, se dice que se ha cerrado el polígono.

5. Para cerrar exactamente un polígono, uso bastante raro y siempre difícil, es necesario; 1.º que la plancheta esté perfectamente horizontal en cada estacion; 2.º que las medidas se tomen con mucho cui-

dado; 3.º que la alidada este bien dirigida sobre la alineacion; 4.º que las distancias tomadas sobre la escala correspondan sin error á las del terreno.

6. El método de interseccion consiste en establecer sobre el terreno una base, para obtener por medio de triángulos diversos puntos que sirven para la construccion del plano.

Se fija la plancheta en uno de los vértices A del polígono ACDEBF



GH (fig. 44): se trazan sobre el papellas direcciones AC, AD.. que van al vértice, y se anotan estas líneas con los números 1, 2, 3... yendo de izquierda á derecha tanto de un lado como de otro de la base Ab. Se mide la distancia de la estacion A con el punto B, y se coloca sobre la línea Ab una longitud igual en partes de la escala á esta distancia: b representará la estacion B.—Se traslada uno á este

punto B, y desde esta estacion se tiran visuales al punto A con la alidada, que trazará la recta AB.—Estando el instrumento horizontalmente fijo sobre su pie, se clava una aguja en el punto b que está verticalmente encima de B.—Finalmente tirando visuales desde el punto B, á los diversos vértices C, D,.... se trazan en el papel rectas tendentes á estos puntos y se marcan estas líneas con los números 1, 2, 3... yendo siempre de izquierda á derecha de los dos lados de AB.—Las líneas indefinidas de los mismos números que se habrán trazado, tanto en la estacion A como en la B, se cortarán dos á dos y cada punto de interseccion determinará el vértice e, d,... Asi el plano del polígono levantado será *acedbfgh*.

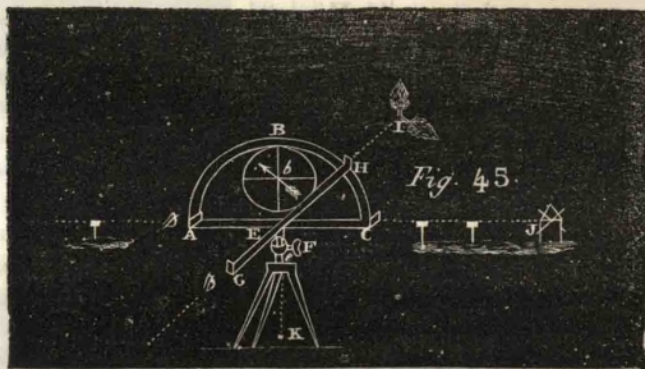
Si algun punto F invisible de A no ha podido determinarse con este procedimiento, se va á estacionar en un lugar G, ya determinado sobre el plano, y podremos trazar una línea *gf* que contenga este punto; por otra parte se ejecuta en los puntos B y b como si Bb fuese una base medida.

El método de interseccion presenta la doble ventaja de no tener que medir mas que una línea, y que el plano se encuentra todo trazado, aun suponiendo que el terreno sea horizontal, porque las pínulas dan por medio de radios prolongados ó subidos, los diversos puntos del terreno, hallándose todas estas líneas reducidas á la horizontal.

§. 3. Del levantamiento de planos con el grafómetro.

1. Qué es el grafómetro?— Su descripción.— A qué se llama vernier?— Cuál es la brújula del grafómetro?— 2. Cómo se comprueba el grafómetro?— 3. Cuál es su uso?— 4. Cómo se hallan los ángulos con el grafómetro y como se hace la evaluación de los minutos del vernier?— 5. Cómo se evalúa una perpendicular?— 6. Cómo se mide un polígono?— 7. Cómo se mide la altura de una torre.

1. El *grafómetro* es un instrumento destinado á medir los ángulos que forman las líneas ó visuales que desde el ojo del observador van á las diferentes señales que se pueden ver en un terreno. Consiste en un se-



micírculo de cobre ABC (fig. 45) cuyo limbo está dividido en 180.º, y cortado por un diámetro AEC que forma cuerpo con el instrumento; pero el diámetro CH solo está sujeto á él por el centro E, y se mueve para

recorrer la semicircunferencia desde 0º á 180.º El primero se llama *alidada inmovil*, el 2.º *alidada móvil*. Las dos alidades están terminadas por dos pínulas verticales para mirar los jalones. La alidada móvil está provista en uno de sus extremos de un vernier, que da las fracciones de los grados. Este *vernier* (1) consiste en un arco de cobre concéntrico á la semi-circunferencia, y cuya división difiere del limbo; puesto que señala la 30'; por manera que la comparación de estas dos divisiones permite añadir á los grados marcados sobre el limbo los minutos que da el vernier. Entre el limbo y la alidada inmóvil hay una pequeña brújula *b* que sirve para orientar el plano, esto es para reconocer la posición del plano con relación al meridiano; es una línea dirigida de *norte á sur*: una perpendicular á ella dá los otros dos puntos cardinales, *este* y *oeste*. Finalmente para que el instrumento tome las diversas inclinaciones necesarias para ponerse de nivel, está montado sobre una bola *F*, llamada *rodilla*, que se adapta á una especie de concha que se cierra á voluntad por medio de un tornillo.

(1) Para la teoría del vernier, véanse las nociones de la física.

2. Para comprobar el grafómetro, se traza un triángulo sobre el terreno, y se miden sus ángulos separadamente. Si su suma llega á 190° ; ó hay una muy ligera diferencia, es prueba de que el instrumento es bueno. Se pueden tambien marcar al rededor del observador un cierto número de objetos, y medir sus ángulos con el instrumento: la suma de estos ángulos debe ser igual á 360° valor de 4 rectos.

4. El grafómetro sirve: 1.º para medir los ángulos; 2.º para levantar ó bajar una perpendicular sobre una recta dada; 3.º para medir alturas inaccesibles.

4. Para medir un ángulo se coloca exactamente el grafómetro en el vértice del ángulo que se quiere medir. Hé aquí como se consigue; 1.º se suspende al tripode una plomada FK (fig. 45) que correspondiendo al centro del instrumento caiga verticalmente sobre el punto del vértice E; 2.º se nivela en seguida el limbo; porque si se inclinase á derecha ó izquierda haria cometer un gran error en la medida de los ángulos. Conseguido el nivel y colocado el centro del instrumento precisamente en el vértice del ángulo, se alinea la alidada inmóvil AC sobre el lado en que están colocados los jalones CJ: se fija en seguida el limbo cerrando el tornillo de presión *a*; y colocando luego el ojo sobre la pínula G se vuelve la alidada hasta tanto que el punto Y del otro lado se encuentre en el rayo visual. Entonces queda formado el ángulo y solo resta contar los grados y partes de grados comprendidos en el arco CH para obtener su medida. Los grados y los semi-grados no ofrecen ninguna dificultad; pero no sucede lo mismo con los minutos. Sea AB

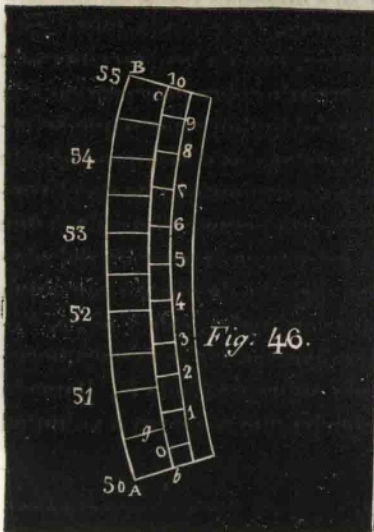


Fig. 46.

(fig. 46) la porción del limbo empleada en medir el ángulo YEJ, y ob el vernier ajustado á la alidada móvil. Si el 0 del vernier correspondiese exactamente á la diferencia Ab del 50° , se contarían 50° para la medida del ángulo. Si por el contrario cayese sobre el punto *g* de los semi-grados, leeríamos 50° y $30'$; pero si el 0º del vernier cae sobre una porción de semi-grado que la vista no pueda apreciar con exactitud, es necesario buscar hasta que la señal de los minutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, etc., corresponda á una señal de grados ó semi-grados del limbo. Aquí es la señal 1.ª de minutos que corresponde á la señal 55° , de donde se sigue que

la medida buscada del ángulo es 50° y $10'$. Cuando en vez de partir de

0° sobre el limbo, se procede desde 180° para estimar los grados. los minutos se cuentan á la inversa.

5. Para levantar una perpendicular sobre una recta dada AB (figura 47) se coloca el grafómetro en el punto C; se dirige la alidada inmóvil segun la direccion AB, y basta entonces dirigir la alidada móvil por el grado 90 del limbo para obtener la direccion CD que es la perpendicular pedida.



Fig. 47.

Para bajar una perpendicular del punto D, sobre AB, se coloca la alidada móvil sobre el grado 90 del limbo; se dirige la alidada inmóvil en la alineacion AB, y se busca por medio de tanteos un punto sobre la línea AB tal que las pínulas de la alidada móvil correspondan al jalón colocado de antemano en D. El punto C que corresponde á la direccion de las dos alidades es el punto buscado; y DC será por consiguiente la perpendicular bajada de D sobre AB.

6. Luego que por medio del grafómetro, se ha calculado la amplitud numérica de los ángulos de un polígono, solo resta medir sus lados con la cadena métrica, y trazar en seguida el plano, segun el croquis y las medidas tomadas sobre el terreno.

7. Se puede, con el grafómetro, medir alturas inaccesibles porque por medio de la rodilla es fácil darle una situacion vertical.

Supongamos que se haya de medir la altura de una torre BD (fig. 48).

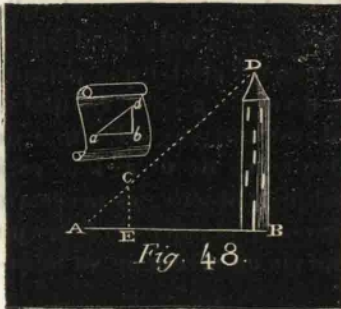


Fig. 48.

Despues de tomada la base AB se mide el ángulo BAD; se tira en seguida la línea ab que contenga tantas partes iguales de la escala, como estadales contiene AB; se forma con el semi-círculo graduado el ángulo dab igual al ángulo DAB, y finalmente se levanta en el punto b la perpendicular bd: su punto de interseccion con ad determinará la altura BD.

Si la base no fuese horizontal se colo-

El procedimiento de planos por medio de la brújula está muy de-
tales sobre la horizontal que una línea constante hacia el norte, por manera que las-
reccion próximamente constante hacia el norte, por manera que una por-
portado la brújula a un punto cualquiera, la aguja toma en el un po-
sicion paralela a la precedente.
3. Para medir con la brújula un ángulo CAB (fig. 50) se coloca hori-
zontalmente el instrumento en el vértice A, y se tiran líneas con la alidada a uno de sus puntos B, por donde se determinan los lados del ángulo. Com-

ca el instrumento en el punto A, tomado arbitrariamente (fig. 49); se

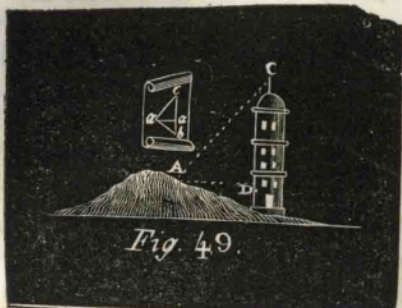


Fig. 49.

miden los ángulos CAD y DAB; se tira en seguida sobre el papel la línea ab que contenga tantas partes iguales como estadales tenga la base AB; se forman en el punto los ángulos cad y dab , iguales á los ángulos CAD y DAB; finalmente del punto b se tira una perpendicular bc á ad : la longitud comprendida entre los puntos b y c ,

llevada á la escala, nos dará la altura BC.

§. 4. Del levantamiento de planos con la brújula.

1. Qué es la brújula del agrimensor?—Su descripción —2. Sobre qué propiedad está fundado el levantamiento de planos con la brújula?—3. Y cuáles son las ventajas é inconvenientes de las brújulas?—5. Qué precauciones deben tomarse en el uso de la brújula?—6. Cómo se orienta un plano?

1. La brújula del agrimensor es una caja cuadrada y chata (figura 50) que se coloca horizontalmente sobre un pie. En esta caja está encerrada una aguja imantada que gira libremente sobre un quicio vertical en el centro de un círculo. Su circunferencia está graduada y cubierta con un cristal que permite leer los diversos grados en que se detiene la aguja, según la dirección dada al instrumento.—En uno de los bordes de la caja, paralelo al diámetro que va de 0° á 180° está unida una alidada, y para dirigirse hácia cualquier objeto, es necesario hacer girar la brújula entera al rededor del eje central colocado sobre un trípode. La alidada es además móvil sobre un eje en medio de su longitud y puede moverse en sentido vertical.

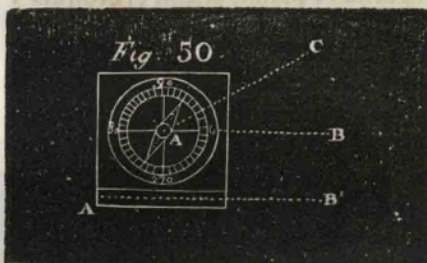


Fig. 50.

2. El levantamiento de planos por medio de la brújula está fundado sobre la propiedad que tiene la aguja magnética de tomar una dirección próximamente constante hácia el norte, por manera que trasportando la brújula á un paraje cualquiera, la aguja toma en él una posición paralela á la precedente.

3. Para medir con la brújula un ángulo CAB (fig. 50) se coloca horizontalmente el instrumento en el vértice A, y se tiran visuales con la alidada á uno de sus puntos B, que determinan los lados del ángulo. Como

este punto B está distante, la dirección visual A'B' es sensiblemente paralela á AB, y la aguja se detendrá en un punto del limbo cuya graduación leeremos por ejemplo 24°. — Se muda en seguida la caja para dirigir al otro punto C; en este movimiento la aguja permanecerá fija en el espacio, ó á lo menos, después de algunas oscilaciones volverá á tomar su dirección primitiva. Ahora bien, esta posición no corresponderá ya al mismo punto del arco graduado, leyendo, por ejemplo, 88°. La diferencia de 24° á 88° ó 64° es la cantidad angular en que la caja ha girado sobre su eje, y por consecuencia el ángulo pedido BAC.

4. El agrimensor halla en la brújula las ventajas de no tener que tirar dos visuales para cada estación, de obrar por esta misma razón con mayor rapidez, y de residir horizontalmente como con la plancheta, cualquier ángulo de un terreno inclinado.—Por otra parte tiene el inconveniente de no dar la medida exacta de los ángulos, puesto que no pueden obtenerse sino aproximados hasta un cuarto de grado. No pueden por consiguiente levantarse con este instrumento planos de terrenos muy extensos.—Es sin embargo muy útil para levantar planos de las sinuosidades de un sendero, de un arroyo, de una calle de un bosque, etc. especialmente cuando no es posible en cada estación percibir más que el punto donde debe estacionarse en seguida.

5. La brújula debe nivelarse en cada estación, ya por el golpe de vista, ya por el nivel del aire. Es necesario colocar el centro en el punto preciso de la estación, y antes de contar los grados, apartar la cadena, los piquetes, ó cualquier otro instrumento de hierro que pueda atraer la aguja en una dirección falsa.

6. Para orientar un plano, se observa, al levantar los ángulos del terreno, el ángulo que forma la aguja imantada de la brújula con la alidada inmóvil del grafómetro sobre una base de operación: este ángulo da el norte.

La aguja imantada se separa aproximadamente 22.° de la línea que va de norte á sur; y esta desviación se llama *declinación*. Es necesario, pues, al trasladar el ángulo de la meridiana, dar á su abertura 22° de menos al dirigirse del lado noroeste. Así, si el ángulo ha sido 145.°, se contará de 123.°

La parte superior del plano, debe siempre en cuanto sea posible designar el norte.

§. *Del dibujo, copia y reduccion de planos.*

1. Qué se entiende por dibujar un plano, y á que se llama relacion de un plano?—2. Qué instrumentos son necesarios para levantar un plano-croquis?—3. Cómo debe hacerse la delineacion?—4. De cuántos modos puede copiarse un plano?—5. Cómo se reduce un plano.

1. *Dibujar un plano* es trazar todas las líneas que contiene, y figurar, segun las convenciones, los diferentes detalles, como los caminos, edificios, fosos etc. — Esta operacion se llama *relacion del plano*.

2. El dibujo ó relacion de un plano exige, no únicamente destreza, sino también el uso de varios instrumentos, como una *mesa, papel para lavar*, una *escuadra* de cobre ó boj, un *semicírculo graduado* de cobre ó asta, una *escala de proporcion*, una *regla* de nogal, *lapices*, un *compás* y un *tira-líneas*.

3. La *delineacion* debe formarse enteramente en lapiz para poder hacer todas las correcciones necesarias. Luego se reemplazan las líneas de lapiz por otras de tinta de china.—Las curvas de los caminos, rios, etc. y los árboles, se dibujan con la pluma, usando al efecto de las de cuervo, que son susceptibles de cortarse muy finas.

4. Ocurre frecuentemente tener que *copiar un plano*, por ejemplo, cuando despues de levantado por la plancheta, el plano-minuta no conserva toda la frescura necesaria.

De dos modos podemos *copiar un plano*: ó *picándole*, ó por medio del calcado.

Picar un plano.—Para esta operacion se coloca debajo del plano que se quiere copiar, el pliego que debe recibirle; se estiende con cuidado, y luego por medio de un instrumento llamado *picador*, se pica cada punto extremo de las líneas que han de servir para su construccion. Se delinea en seguida el plano con una pluma y tinta de china, teniendo siempre cuidado de consultar el plano para no cometer errores.

Calcar un plano.—Se calca un plano al cristal, colocando en un papel blanco, y siguiendo la de lineacion con la punta fina de un lapiz. Pero siendo muy cansada esta operacion puede reemplazarse por la siguiente.

Colócase el plano en una mesa bien lisa; se aplica sobre él un pliego de papel trasparente y muy fino, llamado *papel vegetal*, ó á falta de este otro papel muy fino dado de aceite y bien limpio; luego se copia co-

mo al cristal el plano cuyos delineamientos permite distinguir la transparencia del papel.

5. La reduccion de un plano se hace como hemos visto en el *dibujo lineal*.

SECCION SEGUNDA.

Lavado de los Planos.

1. A qué está reducido el lavado de un plano?—2. De qué manera se considera la luz en un plano?—3. Cómo se conoce la buena calidad de la tinta de China?—4. Qué colores se necesitan para el lavado de los planos?—5. Por qué medio se conoce la buena calidad de los pinceles?—6. De qué manera se lavan la tierra de labor, las viñas, las praderas, los bosques, los sotos, los arbolados? las huertas, los estanques, los ríos, y arroyos?—los páramos?—los arenales?—los peñascos y canteras?—las montañas?
los edificios?

1. El *lavado* es el arte de dar á cada especie de terreno el colorido mas análogo á su naturaleza con el objeto de distinguir perfectamente todas sus desinenencias.

2. Los planos se consideran iluminados por un rayo de luz que va á herir los objetos bajo un ángulo de 45.º en la direccion de izquierda á derecha. La parte por la que reciben los objetos la luz, se da con un trazo muy delgado, y mas grueso por el lado opuesto. La sombra se da con la tinta de China.

3. Es de la mayor importancia para el trazado y para las sombras, una tinta de China de buena calidad. La mala tinta de China forma grumos, no tiene lustre y da un color negro muy sucio al paso que la buena es muy dura, quebradiza y lustrosa, si se frota una barrita con la uña mojada, se deslie con mucha facilidad, produce un color muy brillante y las líneas que con esta tinta se tiran, no sufren alteracion alguna, cuando despues de secas, se procede al lavado por medio del pincel.

4. Los colores necesarios para el lavado de los planos, son *la tinta de China*, *la sepia*, *la gutagamba*, *el azul de Prusia ó añil*, *el carmin* y *el verde de vejigas*.

5. Los pinceles son de marta cebellina, y serán de buena calidad si despues de mojados presentan una punta muy afilada, cuya elasticidad resista á los esfuerzos que con la mano hagamos para destruirla. Se necesitan por lo menos dos, de los cuales el uno sirve para coger la tinta, y el agua el otro á fin de dar con ella la aguada conveniente.

Quando hayan de mezclarse dos colores, se tomará cada uno de ellos

:

con distinto pincel, y luego se extenderán hasta que hayan adquirido la tinta conveniente.

6. Los diversos objetos que puede contener un plano, se lavan de la manera siguiente.

Para las *tierras de labor* se emplean dos tintas ligeras, la una muy clara de carmin y gutagamba, y de verde claro la otra, señalando los sulcos con puntos de un color subido y análogo á su cultivo, bien sea verde, etc.

Las *viñas* se representan delineando con la tinta de China unas estaquillas envueltas en un trazo parecido á una S, y se lavan con una mezcla de tinta de China, de carmin, sepia y añil.

El lavado de las *praderas* se da con una tinta verde compuesta de una poca gutagamba y mayor cantidad de azul.

Para los *bosques*, y *sotos* se emplean dos tintas, de bastante gutagamba y algun carmin la una, y la otra de verde mezclado con la primera.

Se figura la elevacion de los *árboles* por medio de su tallo y hojas á fin de imitar su naturaleza y poder distinguir con la vista un chopo, por ejemplo, de una encina ó de un árbol frutal. Se representan echados hácia el lado opuesto á aquel por donde viene el rayo luminoso, y se lavan con verde de vejiga bastante espeso.

Las *huertas* se lavan con una tinta verde muy clara.

Para los *estanques*, *rios* y *arroyos* se emplea el azul de Prusia muy claro, figurando las ondulaciones por medio de algunas líneas de color mas subido é indicando su corriente con una flecha cuya punta señala su direccion.

El lavado de los *pantanos* y *lagunas* se da con una tinta azul y algunas pinceladas verdes en las orillas.

En los *eriales* se emplea una tinta verde menos subida que en los prados.

Los *matorrales* se lavan matizándoles de verde y color de rosa: el primero se compone de gutagamba y azul, y de carmin y agua el segundo.

Los *páramos* reciben el lavado con dos tintas, de verde mate la una, y de carmin y gutagamba la otra.

En los *arenales* se emplea la gutagamba y un poco de carmin; y luego se les señala con puntos.

Los *peñascos* y *canteras* se delinean procurando que esten bien caracterizados. La parte de sombra se lava con una tinta compuesta de carmin, tinta de China y gutagamba, y se indican las hendiduras con

el mismo color algun tanto mas subido. Se dan algunas pinceladas de color azul en la parte que figura estar iluminada.

Como en los peñascos, se modifica en las *montañas* la tinta de arriba á abajo; el lado opuesto á la luz es mas intensa y las faldas se representan por medio de unas rayitas cruzadas que constituyen la sombra.

Los edificios se dibujan con tinta colorada señalando las partes que están en sombra por medio de una línea de carmin y el espesor de sus paredes con una tinta igual y muy clara de carmin. Lo propio se verifica en todas las demas construcciones.

FISICA.

PRELIMINARES.

1. Objeto de la Física. Explicación de los fenómenos naturales que dependen de la acción de las fuerzas mecánicas, térmicas, eléctricas, magnéticas, etc. La física estudia las propiedades de la materia y las leyes que rigen su comportamiento. Se divide en mecánica, acústica, óptica, calor, electricidad, magnetismo, etc.

2. Objeto de la Química. Explicación de la naturaleza y propiedades de la materia, según la composición de sus átomos y moléculas. La química estudia las transformaciones que sufre la materia al combinarse y separarse en sus componentes.

3. Objeto de la Biología. Explicación de la vida y sus manifestaciones. La biología estudia los organismos vivos, sus estructuras, funciones y evolución. Se divide en botánica, zoología, fisiología, etc.

4. Objeto de la Geología. Explicación de la estructura y evolución de la Tierra. La geología estudia las rocas, los minerales, los fósiles y los procesos que han dado origen a la corteza terrestre. Se divide en geología general, geología histórica, etc.

CAPITULO IV.

FISICA.

PRELIMINARES.

1. Objeto de la fisica.—Explicacion de la palabra naturaleza. Qué es fisica?— 2. En qué acepcion se toma la palabra naturaleza?— 3. Cómo puede definirse hoy la fisica y cuál es su objeto?— 4. A qué llamamos cuerpo ó materia?— 5. Qué entendemos por espacio?— 6. Qué es extension?— 7. Qué dice Pouillet acerca del espacio, la extension y la impenetrabilidad?— 8. En cuántos grupos pueden subdividirse los cuerpos? 10. Qué se entiende por fenómeno?— 11. Qué es fuerza ó agente? 12. En cuántas partes pueden dividirse los fenómenos naturales?— 13. Qué se entiende por teoria fisica?— 15. Qué se entiende por sistema en fisica?

1. Objeto de la fisica.—Explicacion de la palabra naturaleza. La *fisica*, segun la etimología de esta voz, es la ciencia de la *naturaleza*.

2. Esta palabra presenta diversas acepciones. Unas veces expresa el poder jeneral productor de cuanto existe, ó el mundo físico ó la reunion de los seres que constituyen el universo; otras veces la progresion de las cosas y el orden con que los seres nacen y se suceden; ya el principio interior del movimiento del individuo animal ó vegetal; ya la esencia particular de una cosa, ya en fin la ley fundamental establecida por la suprema inteligencia para la perpetuidad del universo.

3. El estudio de la fisica con los adelantos de las ciencias naturales seha limitado, y hoy dia puede definirse la física, diciendo que es *la ciencia que trata de las propiedades de los cuerpos, y de las acciones que ejercen los unos sobre los otros sin alterar su naturaleza intima.* La *fisica*, pues, tiene por objeto el estudio de la *materia*, esto es, de todo lo que es *extenso é impenetrable.*

4. **Del cuerpo.** Llamamos *cuerpo* á todo lo que puede producir en nosotros un conjunto de sensaciones, esto es, toda sustancia dotada de propiedades que la distinguen del espacio que la rodea, y que la hacen sensible.

5. **Del espacio y la extension.** Si nos figuramos una esfera de un diámetro cualquiera que se aniquila instantáneamente dejando vacío el lugar que ocupaba; si esta esfera la agrandamos en nuestra imaginación hasta suponerla igual al globo de la tierra, y la suponemos aniquilada como la primera; si agrandamos aun mas esta esfera hasta suponer que abraza no solo nuestro sistema planetario sino todos los sistemas imaginables, y que esta esfera se aniquila y deja vacío el lugar que ocupaba, podrémos formarnos idea de lo que entendemos por *espacio*.—Los metafísicos le llaman *espacio puro*, los físicos *espacio vacío*.

6. Una porción limitada del espacio es lo que llamamos *extension*.

7. «La idea del espacio, dice Pouillet, es una idea completa, puesto que nosotros podemos concebir el espacio enteramente vacío, sin que por esto sea una idea exclusiva en la cual nada podamos asociar. En el espacio podemos concebir la *impenetrabilidad*, y la impenetrabilidad es la materia. No hay pues razón para decir que la materia tiene dos propiedades esenciales: la *extension* y la *impenetrabilidad*: pues estas no son propiedades, sino una definición. Concebimos la impenetrabilidad y la llamamos *materia*: hé aquí todo.»

8. Los *cuerpos* pueden subdividirse en dos grupos: 1.º cuerpos pesados llamados por esta razón *ponderados*; 2.º cuerpos que no son pesados ó por lo menos que no sehan logrado hasta ahora pesar, llamados por esta razón *imponderados*. Estos se llaman tambien *flúidos* y son los siguientes:

El flúido *calórico* ó el *calor*.

El flúido *luminico* ó la *luz*.

El flúido *eléctrico* ó la *electricidad*.

El flúido *magnético* ó el *magnetismo*.

Los cuerpos ponderados son todos los demas de la naturaleza.

9. Esta distinción de los cuerpos ha servido de base á la clasificación de la física en dos partes: la 1.ª comprende el estudio de los cuerpos ponderados; la 2.ª el de los imponderados.

Antes de entrar en el estudio de estas dos partes, definiremos para mayor claridad algunas palabras que deberémos emplear.

10. **Fenómeno.** En el lenguaje de la ciencia, se llama *fenómeno* á un cambio de la naturaleza de estado ó de las propiedades de un cuerpo, como *la caída de una piedra, el rocío, la lluvia, etc.*

11. **Fuerzas, agente.** Todo lo que puede obrar sobre los cuerpos, hacerles sufrir modificaciones, en una palabra, producir *fenómenos*, se denomina *fuerza* ó *agente*.

12. Los agentes naturales pueden dividirse en tres grandes clases, á saber:

1.º Las fuerzas vitales ó de organizacion.

2.º La atraccion universal, ó la accion de la materia sobre la materia, que comprende: la *gravitacion*, la *pesantez* ó *gravedad*, y la *atraccion molecular*.

3.º Los flúidos imponderados, causa de todos los fenómenos *caloríficos*, *magnéticos*, *eléctricos* y *luminosos*.

13. **Ley.** Una *ley* física es la relacion necesaria que existe entre un fenómeno y la causa de que depende.

14. **Teoría.** Una *teoría* física es la relacion coordinada de las leyes relativas á una misma clase de fenómenos, las cuales sirven para explicar la dependencia que existe entre todos sus efectos y sus causas.

15. **Sistema.** Llámase *sistema* una hipótesis formada sobre la naturaleza de los agentes para encadenar todos los hechos dependientes de una misma causa, y todas las leyes que los rijen á un principio único cuyas leyes parciales se deduzcan todas como corolarios.

PRIMERA PARTE.



Cuerpos ponderados.

NOCIONES PRELIMINARES.

§. 1. *De los cuerpos materiales.— Sus diversos estados.— Propiedades generales que los caracterizan,*

1. Cómo definimos generalmente los cuerpos materiales?— 2. **Formacion de los cuerpos y sus tres estados.**— De qué están formados los cuerpos?— 3. Cómo suponen los físicos que están constituidas las partículas de los cuerpos?— 4. Está admitida la existencia de los átomos? Está probada?— 5. Cómo se llama el agente que une entre sí las moléculas de los cuerpos?— 6. Por qué causas está combatida la cohesión?— 7.Cuál es una de las mas activas fuerzas repulsivas?— 8. Cuándo presentan los cuerpos el estado sólido? 9. Y el líquido?— 10. Y el aeriforme? 11.Cuál es el cuerpo que se nos presenta diariamente en estos tres estados?— 12. Cómo se llaman jeneralmente los cuerpos que se nos presentan en el estado aeriforme?— 13. **De las propiedades generales de los cuerpos.**— A qué se llaman propiedades generales de los cuerpos? Cuáles son las principales?— 14. **Extension.**— Qué es extension?— 15. **Pruebas y aplicaciones.** Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la extension?— 16. **Impenetrabilidad.**— Qué es impenetrabilidad?— 17. **Pruebas y aplicaciones.** Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la impenetrabilidad?— 18. **Divisibilidad.**— Qué es divisibilidad?— 19. **Pruebas y aplicaciones.** Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la divisibilidad?— 20. **Porosidad.**— Qué es porosidad?— 21. **Pruebas y aplicaciones.**— Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la porosidad?— 22. **Compresibilidad.**— Qué es compresibilidad?— 23. **Pruebas y aplicaciones.**— Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la compresibilidad?— 24. **Elasticidad.**— Qué es elasticidad?— 25. **Pruebas y aplicaciones.**— Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la elasticidad?— 26. **Dilatabilidad.**— Qué es dilatabilidad?— 27. **Pruebas y aplicaciones.**— Cuáles son las pruebas y aplicaciones de la dilatabilidad.

1. Definimos generalmente los cuerpos materiales, diciendo que se comprende bajo este nombre todo lo que es extenso, impenetrable y pesado.

2. **Formacion de los cuerpos y sus tres estados.** Los cuerpos están formados de una reunion de partículas similares mas ó menos distantes entre sí, que constituyen masas mas ó menos densas.

3. Los físicos suponen que estas partículas de los cuerpos están á su vez constituidas por una reunion de *átomos*, es decir, por porciones de materia inseparable. Una reunion de átomos se llama *molécula*.

4. Está admitida y es probable la existencia de los átomos; pero no está probada, porque la extremada pequeñez que se les supone, no nos deja los medios de observacion.

5. Puesto que las moléculas ó partículas que constituyen los cuerpos son porciones de materia separadas, todos los cuerpos se nos presentarían como polvo sino hubiese una fuerza que las uniera entre sí. A este agente misterioso que aproxima las moléculas de los cuerpos, se llama *cohesion*.

6. La *cohesion* está combatida en todos los cuerpos por otras fuerzas de naturaleza enteramente distinta que tienden á separar las partículas unas de otras, y por cuyos motivos se les denominan fuerzas *repulsivas*.

7. Una de las mas activas es el *calórico*.

8. Cuando la fuerza elástica del calórico separa poco las moléculas de los cuerpos, de manera que su distancia respectiva sea menor que el radio de su esfera de actividad sensible, la *cohesion* mantiene los cuerpos en estado *sólido*. Las *pedras*, los *metales* y los *tejidos orgánicos*, son *sólidos*.

9. Cuando el calórico separa las moléculas de su esfera de actividad de *cohesion*, de manera que dichas moléculas puedan moverse libremente en todos sentidos, los cuerpos se nos presentan en estado *líquido*. El *agua*, el *mercurio*, el *espíritu de vino*, son *cuerpos líquidos*.

10. Finalmente cuando la fuerza repulsiva del calórico anula totalmente la de *cohesion*, de manera que las moléculas de los cuerpos tratan de separarse mas y mas, los cuerpos se nos presentan en un estado *aeriforme*; tal es el *aire*.

11. Hay un cuerpo muy conocido en la naturaleza que se nos presenta diariamente en estos tres estados, y este es el *agua* que de continuo vemos en la forma sólida constituyendo el *hielo*, en la forma líquida y en la de *vapor* ó *aeriforme*.

12. Los cuerpos que se nos presentan en este estado se denominan generalmente *gases*, voz alemana que equivale á espíritu ó alma para designar sin duda lo sutil de estos cuerpos.

13. **De las propiedades generales de los cuerpos.** Llámanse propiedades generales de los cuerpos aquellos hechos uniformes que observamos en ellos en cualquiera de sus estados. Las principales y mas importantes son:

1.º La *extension*.

2.º La *impenetrabilidad*.

3.º La *divisibilidad*.

4.º La *porosidad*.

5.º La *compresibilidad*.

6.º La *elasticidad*.

7.º La *dilatabilidad*.

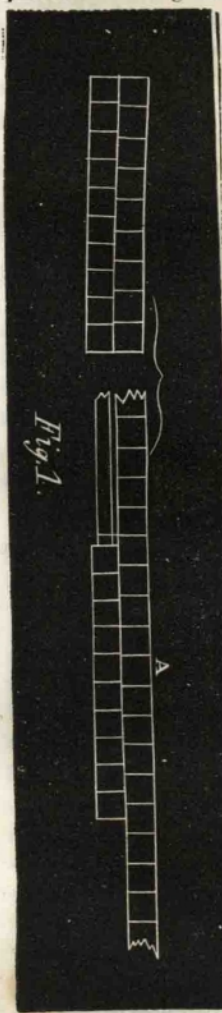
14. 1.º **Extension.** La *extension* es la porcion del espacio univer-

sal que un cuerpo ocupa. De esta propiedad dependen su forma y su volúmen.

15. **Pruebas y aplicaciones.** La unidad fundamental usada en España para medir la extensión es el pie, según hemos visto pág. 460 de esta obra. Los franceses toman por unidad el metro (1). Para evaluar una longitud se coloca la unidad lineal sobre lo que se quiera medir tantas veces como quepa; pero si el número de veces no es exacto resultará una fracción y para apreciar esta, están generalmente subdivididas las unidades lineales de todos los países. Nosotros subdividimos el *pie en pulgadas, líneas y puntos*, y los franceses el *metro en decímetros, centímetros y milímetros*; pero como esta subdivisión no puede prolongarse más, se emplea un medio más exacto con el auxilio del instrumento llamado *vernier*.

(1) Tiene la explicación del sistema métrico francés y su equivalencia con los pesos y medidas españolas, pág. 472 y siguientes del tomo I.^o de esta obra.

Vernier. Consiste este en una reglita graduada del modo siguiente. Supongamos que la regla que empleamos para la medicion, está subdividida en *milímetros* y que tomamos en otra reglita una extension de 9 milímetros que subdividimos en 10 partes iguales: cada una de estas subdivisiones equivaldrá á 0,9 de milímetro. Ahora bien: si colocamos la reglita pequeña sobre la grande de manera que dos de sus signos de division coincidan



en A (fig. 1) no volverá á haber nueva coincidencia hasta la novena division de la regla grande contando desde A: las divisiones intermedias estarán mas adelante que las del mismo órden en la regla pequeña; la primera una décima de milímetro; la segunda, dos etc., por manera que la novena estará separada *n* décimas de milímetro. Fácilmente se concibe que para valuar una longitud dada aproximada hasta menos de una décima de milímetro es suficiente colocar la regla mayor sobre el objeto, la que dará un número entero *N* de milímetros, colocar en seguida el cero de la regla pequeña ó *vernier* en la extremidad de la longitud propuesta y juntar el número *n* de divisiones que separan este punto de aquel en que una de sus señales divisorias coincide con otra de la regla mayor. La longitud buscada será entonces $N \times n/10$ milímetros.

16. 2.^a **Impenetrabilidad.** Llámase asi la propiedad en virtud de la cual dos cuerpos no pueden ocupar á un mismo tiempo un mismo lugar ó espacio.

17. **Pruebas y aplicaciones.** Que los sólidos y líquidos son impenetrables no necesita comprobarse. La impenetrabilidad de los gases se comprueba tambien fácilmente. Si metemos un vaso boca abajo en un líquido, este no penetra en él ¿ y por qué? porque el aire de que está lleno es impenetrable.

En esta propiedad está fundada la *campana nudinatória* ó de los *buzos*, hombres que bajan en lo interior de dicha campana, muchos brazos abajo del agua.

18. 3.^a **Divisibilidad.** Propiedad general de los cuerpos de poder subdividirse en pequeñas porciones distintas entre sí.

19. **Pruebas y aplicaciones.** Si subdividimos un pedazo de madera hasta el punto de reducirle á polvo, cada porcion de esta madera podrá aun subdividirse puesto que es madera, y como tal compuesta de partes que por

la combustion pueden reducirse á humo, ceniza, etc., etc. Un grano de carmin ó de indigo tiene una gran porcion de agua, y esperimentos hechos sobre el particular comprueban que se subdivide en mas de 15 millones de partes. Si nos paseamos por un jardin, el aire está perfumado en bastante extension, ¿cuál no deberá ser la divisibilidad de las partículas odoríferas de las flores? Wallaston consiguió hacer hilas de plátano de $1/1200$ de milímetros de grueso necesitándose mas de 140 de estas hilas para formar un hacecillo del grueso de un hilo de seda: un grano de oro se extiende hasta presentar dos millones de partes visibles, y cuando se le emplea en la fabricacion de galones, dos onzas y aun menos se extienden entre los rollos del laminador hasta convertirse en un hilo largo de 90 leguas. El cristal puede hilarse como la seda. Wolf ha observado en un grano de polvo 500 huevos de que han nacido animales parecidos á los peces. Un grano de arena puede tener 300 billones de animales organizados; finalmente, una decoccion de plantas expuestas al aire libre presenta al microscopio tantos animalillos que en un espacio de un centímetro cúbico podrian contenerse cincuenta trillones; y en la punta de una aguja muchísimos miles.

20. 4.ª Porosidad. Llamamos *porosidad* á los pequeños vacíos ó intersticios que las moléculas de los cuerpos dejan entre sí. Estos vacíos se denominan *poros*, de cuyo nombre se deriva el de la porosidad. Si esta varía, cambia tambien la *densidad* del cuerpo: pero no la cantidad de materia que encierra; pues está es siempre igual aun cuando los poros se disminuyan ó aumenten.

21. Pruebas y aplicaciones. El azúcar metido en agua se cubre de burbujas de aire que se escapan de sus poros. El carbon deja penetrar en los suyos los gases. Una piedra silicea llamada *hidrófano* traslucida en su estado ordinario, no solo deja escapar burbujitas de aire asi que se la sumerge en agua, sino que adquiere la transparencia del cristal por medio del agua que se ha apropiado. *Sanctorius* demostró la porosidad de la piel. El mercurio comprimido en una piel de *gamuza* se escapa por sus poros. El agua introducida en una esfera de oro aparece en la superficie á manera de gotitas de rocío cuando se le hace variar de forma por la compresion, experimentos hechos por la academia de Florencia. El agua ó la humedad introducida en los poros de las puertas y ventanas las hincha é impide se cierren y abran con facilidad. Por el contrario el calor evaporando los liquidos hace que los poros de las maderas se compriman, y las puertas y ventanas se ponen entonces flojas.

Este efecto desune á veces los toneles que se imponen con solo meterles en agua. Para hacer curvo un palo cualquiera basta calentarle por un lado y mojarle por otro: ambos efectos concurren al objeto: el primero, ensanchando los poros, y el segundo, comprimiéndolos. Para escribir de relieve en madera se grava con un punzon: se bate luego la superficie hasta

que no se distingue la señal del instrumento y se pone la madera en agua, con lo cual se hinchan las partes comprimidas y aparecen las letras en relieve. Es muy comun el método de hendir las piedras, haciendo en ellas incisiones é introduciendo en ellas cuñas de madera tierna secada al fuego y remojándolas luego con agua: esta hincha la madera, cuya fuerza hiende el pedernal. Para conservar los huevos frescos por largo tiempo se disminuye la porosidad de su cáscara dándole un ligero baño de aceite de olivo.

22. 5.^a **Compresibilidad.** La compresibilidad es la propiedad general que tienen los cuerpos de reducirse á un menor volúmen aparente cuando se les comprime por todas partes.

La extension ocupada por un cuerpo constituye su *volúmen aparente*; y la extension que ocuparía la sustancia propia de un cuerpo, haciendo abstraccion de sus poros ó intersticios es lo que se llama *volúmen real*.

23. **Pruebas y aplicaciones.** Todos los cuerpos son compresibles; pero los líquidos lo son menos que los sólidos, y estos menos que los gases.

La compresibilidad de los líquidos se comprueba perfectamente por medio del piezometro. Diariamente vemos ejemplos de la compresibilidad de los sólidos. La de los gases se comprueba con la escopeta de viento y otros muchos experimentos. Los gases tienen otra propiedad y es la de comprimirse todos igualmente. Boyle, segun los ingleses, y Mariotte segun los franceses descubrió la ley que lleva su nombre, de suma importancia, como luego veremos.

24. 6.^a **Elasticidad.** La elasticidad es la facultad que tienen los cuerpos de recobrar su estado primitivo cuando cesa la causa que le alteraba.

25. **Pruebas y aplicaciones.** Los gases son perfectamente elásticos, propiedad que se puede demostrar fácilmente comprimiendo una vejiga llena de aire, que recobra su primitivo estado luego que cesa la compresion. Por esta razon son llamados los gases, *flúidos elásticos*. Los líquidos tienen muy poca elasticidad. Los sólidos no lo son tanto como los gases, aunque hay algunos como la goma elástica y el márfil que gozan de una gran elasticidad. Dejando caer una bola de marfil sobre un plano liso y bañado ligeramente de aceite, se nota una señal tanto mayor, cuanto mas vivo haya sido el choque; lo que prueba de una manera evidente que la bola no ha saltado, sino despues de haberse aplanado.

A la elasticidad de que están dotados los cuerpos se debe que las sillas y collares no lastimen á los caballos; que los asientos rellenos, las camas de pluma y los colchones conserven su blandura; que el ayunque haga saltar los martillos; que una bala de cañon haga rebotes ya en la mar ya en la tierra; que una bola de marfil sobre un tapiz impele á otra y que ambas cambien de direccion despues de haber tocado á la baranda; que el aire comprimido en unos fuelles ó en una escopeta de viento salga con ímpetu

para recobrar su primitivo volúmen, que las láminas de acero de que se componen los resortes de los coches, relojes y otros instrumentos se doblen fuertemente sin romperse.

26. 7.^a **Dilatabilidad.** Es la propiedad que tienen los cuerpos de cambiar de volúmen bajo la influencia del calor.

27. **Pruebas y aplicaciones.** Un tubito de cristal lleno de aire, cuya comunicacion al exterior está interceptada por una columnita de líquido coloreado, prueba la dilatabilidad de los gases, pues aplicándole la mano, el calor hace subir la columna de líquido y vuelve á bajar luego que se quita la mano y se enfría el aire.

Un líquido se derrama en una vasija llena cuando sufre la accion del calor. El que produce la mano aplicada á unos matracitos de cristal llenos de líquidos espirituosos, les hace elevarse en el tubito inmediatamente y vuelve á su primitivo nivel á poco rato de quitada la mano.

Es muy sencillo medir la prolongacion de una barra metálica que se haya calentado fuertemente.

De esta propiedad, de la cual nos ocuparemos en otro lugar con alguna mas extension, se deduce, que como la temperatura varía sin cesar, los cuerpos de la naturaleza no están jamás en un reposo continuo.

§. 1.^o *De la inercia y del movimiento.—Consideraciones generales sobre el equilibrio y el movimiento.—Fuerzas.*

1. **Inercia.**—A qué se llama inercia?—2. Que es movilidad?—3. Que son el reposo y el movimiento si les consideramos absolutos?—4. Movimientos.—Cuándo se dice que un movimiento es absoluto ó relativo?—5. Cómo se llama la línea que recorre un punto en el espacio?—6. Qué se entiende por movimiento uniforme y variado?—7. Qué es movimiento acelerado y retardado?—8. **Velocidad.**—Qué es velocidad?—9. Cuál es generalmente la unidad de tiempo?—10. Cómo se mide la velocidad de un cuerpo y que consecuencias se deducen de aqui?—11. Cómo se mide la velocidad angular de un cuerpo?—12. Cómo se presentan en mecánica la velocidad, los espacios y los tiempos?—13. Cómo se representa la direccion é intension del movimiento?—14. Leyes de Newton.—15. Pruebas y aplicaciones.—16. Qué son fuerzas?—17. Qué son fuerzas continuas é instantáneas?—18. Qué ciencia tiene por objeto la determinacion de los movimientos?—19. Cuándo se dice que un cuerpo está en reposo y cuándo en equilibrio?—20. Cuántas partes comprende la mecánica?—21. Qué es estática?—22. Qué es dinámica?—23. Cuántas cosas deben distinguirse en las fuerzas?—24. Cómo se representan la direccion é intensidad de las fuerzas?—25. Principios de las fuerzas—26. Composicion y descomposicion de las fuerzas que obran sobre un punto.—27. Aplicaciones.—28. Fuerzas paralelas.—Principios.—29. Composicion de las fuerzas paralelas.—Condiciones generales del equilibrio.

1. **Inercia.** Llámase así la falta de accion de los cuerpos inanimados para variar su estado.

2. La facultad que poseen de poder ser trasladados de un lugar á otro es lo que se llama *movilidad* ó *locomocion*.

3. *Reposo y movilidad*, concepciones de nuestra mente si consideramos el reposo y el movimiento absoluto: todo es absoluto y condicional: nada hay absoluto en el mundo. Lo que creemos mas inmóvil solo conserva su reposo relativo. Los árboles, dice Pouillet, están en reposo con relacion á las montañas, y estas lo están con respecto al suelo y á la masa del globo; pero asi los árboles como las montañas son llevados con nosotros en la vasta órbita de nuestro planeta, y todos juntos recorreremos en un segundo diez veces mas espacio que el que recorre una bala salida del cañon. Sin embargo, recorriendo tan de prisa los espacios celestes, nosotros no podemos juzgar de nuestro movimiento absoluto, porque seria preciso saber si el sol está inmóvil en el centro del Universo. Mas tan lejos de esto, todo parece anunciar que el sol lleva consigo todos los planetas, como la tierra lleva consigo su atmósfera y sus nubes, sus árboles y sus montañas. El mismo sol no es mas que un planeta imperceptible con relacion á otro sol al rededor del cual gira, y este otro sol es sin dñda elevado él mismo en el espacio, sin que pueda asignarse ni imaginarse un centro fijo, á cuyo alrededor se efectuen todas estas revoluciones.»

4. **Movimientos.** Sin embargo se dice que el movimiento es *absoluto ó relativo*, segun que se le compara con un espacio absoluto ó relativo.

5. La línea que recorre un punto en el espacio se llama la *trayectoria* de este punto. Cuando el movimiento es *rectilíneo*, la trayectoria se dice *rectilínea*; y *curvilínea*, si el movimiento es *curvilíneo*.

6. Cuando un cuerpo recorre en tiempos iguales espacios iguales, el movimiento se llama *uniforme*; y cuando en tiempos iguales recorre espacios desiguales, el movimiento es *variado*.

7. Si los espacios van creciendo progresivamente, el movimiento se llama *acelerado*; y si los espacios decrecen del mismo modo, el movimiento toma el nombre de *retardado*.

8. **Velocidad.** La *velocidad* es el espacio recorrido por un cuerpo en la unidad de tiempo.

9. El instante dado, ó unidad de tiempo es generalmente el *segundo*.

10. Por consiguiente se mide la velocidad de un cuerpo por el espacio andado uniformemente en la unidad de tiempo. Segun esto, el espacio recorrido uniformemente por un cuerpo durante un tiempo dado es igual á la velocidad repetida tantas veces como unidades hay en el tiempo que expresa el tiempo, ó lo que es lo mismo, el espacio crece proporcionalmente al tiempo. De esto se deduce igualmente que la velocidad es igual al espacio recorrido dividido por el tiempo. Ahora bien, llamando *V* la velocidad del móvil, y *E* el espacio recorrido durante un

tiempo T, tendremos la fórmula : $V = \frac{E}{T}$. Asi como en un quebrado

aumentando el numerador crece el quebrado; y aumentando el denominador disminuye el quebrado, del mismo modo tenemos que la *velocidad está en razon directa del espacio é inversa del tiempo*, puesto que E espacio representa el numerador de un quebrado y T tiempo, es el denominador.

Siendo la fórmula que acabamos de poner una division indicada, siempre que se nos den dos cosas conocidas vendrémos en conocimiento de la tercera. Asi dados el *tiempo y la velocidad*, averiguaremos el *espacio* multiplicando aquellos entre sí, esto es: $E = T \times V$. Dados el *espacio y la velocidad*, conocerémos el tiempo, dividiendo aquellos entre

sí, esto es $T = \frac{E}{V}$. Y finalmente, dados el *espacio y el tiempo*, conocerémos la *velocidad*, dividiendo aquellos entre sí, segun hemos dicho al

sentar la fórmula $V = \frac{E}{T}$

11. Cuando un cuerpo se mueve circularmente, su *velocidad angular* se mide por la curva del arco descrito: *la velocidad angular está, pues, en razon inversa del radio de este arco*.

12. En mecánica, las velocidades, los espacios, los tiempos, etc. se representan por números, y solo de este modo pueden compararse estas cantidades heterogéneas.

13. La direccion del movimiento se representa por la direccion de una recta y su intensidad por la longitud de otra recta.

14. **Leyes de Newton.** Al inmortal genio de *Newton* se debe el deseubrimiento de las tres leyes siguientes, que llevan su nombre y que son el fundamento de la ciencia del movimiento.

1.ª Un cuerpo inmóvil persiste en su estado de reposo, y un cuerpo móvil en el de movimiento uniforme y en línea recta hasta que una fuerza motriz cambie su estado.

2.ª La fuerza es igual al producto de la masa por la velocidad del cuerpo puesto en movimiento.

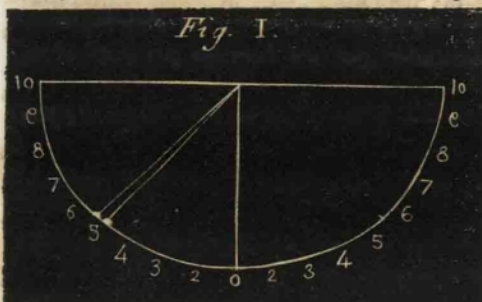
3.ª Cuando dos cuerpos obran uno sobre otro, sus acciones y reacciones son siempre iguales.

15. **Pruebas y aplicaciones.** La 1.ª parte de la 1.ª ley es obvia y está al alcance de todos; para concebir la segunda parte de la misma es ne-

cesario hacer abstracción de la resistencia del aire, del frote, etc., causas por las cuales los cuerpos puestos en movimiento se paran; por el contrario, una vez comunicado aquel seguirían moviéndose indefinidamente.

Una simple multiplicación nos demuestra la verdad de la 2.^a ley. En virtud de ella, una pequeña piedra que cae de una gran altura puede tener tanta fuerza como una piedra mayor que caiga de una altura corta.

Para comprobar la 3.^a ley se usa un semicírculo graduado hasta 10 por uno y otro extremo, colocando 0 en el punto intermedio (fig. 1). Suspendien-



do una bola pendiente de un hilo sostenido en un punto en lo alto de la dirección del centro del semicírculo, elevándola hasta el grado 10 por un extremo y dejándola caer, recorre todos los grados hasta el 10 del lado opuesto, en cuyo movimiento seguiría continuamente, sino lo estorbaran los obstáculos consiguientes. Pero si

al llegar la bola á 0° hallase otra igual pendiente de otro hilo, el choque de ambas la llevaría hasta el grado 5.^o opuesto. De lo cual se deduce que la primera habrá perdido 5°; y comunicado otros 5° á la bola que estaba en reposo.

De estas leyes se deduce la causa, por qué cuando comienza á andar un barco la gente que hay en él suele caerse en dirección opuesta á la del rumbo que toma el barco; por qué cuando se para de repente un coche se caen hácia delante los que en él van; por qué un buen jinete suele caerse si su caballo rompe instantáneamente un escape; por qué cuando una liebre acosada por un galgo muda de dirección, aquel continúa por algun tiempo la dirección que traía y se ve forzado á formar un arco para cambiarla; por qué los mozos de café hacen este mismo arco al poner los líquidos que sirven sobre la mesa etc.

16. Fuerzas. Llámase así cualquier causa de movimiento. Existen en la naturaleza un gran número de causas de movimiento, independientes de la fuerza de voluntad de los seres animados: tal es por ejemplo, las fuerzas magnéticas, el calor, la gravedad, etc.

17. Las fuerzas son continuas é instantáneas. Las primeras ejercen su acción en todos los momentos como la gravedad de que nos ocuparemos luego; las segundas son las que ejercen una acción pasajera.

18. Hay una ciencia que solo tiene por objeto la determinación de los movimientos de los cuerpos en virtud de las fuerzas que pueden solicitarles: esta ciencia se llama mecánica.

19. Se dice que un cuerpo está en movimiento cuando ocupa sucesi-

vamente diversas posiciones en el espacio; en *reposo* cuando su posición no varía, y en *equilibrio* cuando es solicitado por dos fuerzas iguales y contrarias. De lo que se infiere que los cuerpos en *equilibrio* están siempre en reposo, y los en reposo en equilibrio.

20. La *mecánica* comprende dos partes principales: la *estática* y la *dinámica*.

21. La *estática* es la parte de la mecánica que considera únicamente las condiciones del *equilibrio* de las fuerzas, es decir, las condiciones necesarias para que los cuerpos solicitados por las fuerzas permanezcan en reposo.

22. La *dinámica* es la parte de la mecánica relativa á las leyes de los movimientos producidos por las fuerzas.

23. En las *fuerzas* deben distinguirse tres cosas: *el punto de aplicación*, la *dirección* y la *intensidad*.

24. La *dirección* é *intensidad* de las fuerzas se representan por líneas, lo mismo que los movimientos que producen.

25. **Principios.** 1.º Un punto material solicitado por dos fuerzas iguales opuestas entre sí sobre una misma línea recta, permanecen en equilibrio.

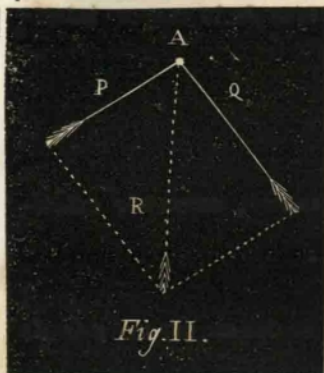
2.º Si las fuerzas son desiguales, el cuerpo se mueve como si fuese solicitado únicamente en la dirección de la mayor, y con una intensidad igual á su diferencia.

3.º Si las dos fuerzas obran en un mismo sentido, el cuerpo se mueve como si estuviese solicitado por una fuerza única y con una intensidad igual á la suma de las dos fuerzas.

4.º Si dos fuerzas que obran sobre un punto material forman un ángulo, este punto seguirá la diagonal del paralelogramo que tenga por lados las dos rectas que representan las direcciones é intensidades de las fuerzas primitivas. Además el punto material será movido como si estuviese solicitado por una fuerza única, representada en intensidad por la diagonal del paralelogramo — Esta fuerza se llama *resultante*, puesto que proviene de las otras dos que se denominan *componentes*.

26. Composicion y descomposicion de las fuerzas que obran sobre un punto.

De este último principio se deduce: 1.º que podemos sustituir á la consideracion de dos fuerzas que obran sobre un mismo punto material, la de una fuerza única



que sea su resultante (fig. II). Asi podemos sustituir á las fuerzas P Q que obran sobre el punto A, su resultante R.

2.º Recíprocamente cuando un punto está pu esto en movimiento en virtud de una sola fuerza, se puede sustituir á la consideracion de esta fuerza única la de otras dos fuerzas que se miren como componentes de la primera. Efectivamente, podemos sustituir á la fuerza R sus componentes P Q (figura II).

3.º Finalmente, cuando un punto material está solicitado por un gran número de fuerzas, podemos sustituir á la consideracion de todas ellas la de una fuerza única que sea la resultante



de todas las demas combinadas sucesivamente. En efecto, supongamos al cuerpo A solicitado por las fuerzas P, Q, N; la resultante de P, Q será S, y la resultante de S y N, T, que será la resultante final (fig. III).

27. Aplicaciones. De esta teoría se ven continuas aplicaciones. Si un barquero desde la orilla de un rio se dirige hácia un punto determinado en la orilla opuesta, no parte desde un punto situado frente á donde camina, sino que rompe su camino desde un punto mas alto, ó dirige el barco en línea mas alta, para que combinadas la fuerza de los remos y la de la corriente formen la diagonal ó resultante que le ha de conducir á su destino. —La resultante de las fuerzas combinadas nos explica tambien por qué dos embarcaciones impelidas por el mismo viento pueden navegar en direcciones diametralmente opuestas, y otros fenómenos de esta especie.

28. Fuerzas paralelas. Principios 1.º La resultante de dos fuerzas paralelas es igual á su suma, cuando obran en un mis-

mo sentido; é igual á su diferencia cuando obran en sentido contrario.

2.º La resultante de dos fuerzas paralelas es paralela á las componentes.

3.º Esta resultante está aplicada á un punto tal, que su distancia al punto de apoyo de las fuerzas está en razon inversa de la mayor intensidad de estas.

Este punto de aplicacion de la resultante se llama *centro de las fuerzas paralelas*; y es el punto en que la distancia encuentra la direccion de la fuerza. A la menor distancia de esta direccion al punto fijo, ó al eje á cuyo alrededor puede un cuerpo girar, se llama *distancia de una fuerza*; y el producto de una fuerza por su distancia, *momento estático*, ó simplemente *momento de una fuerza*.

Cuando dos fuerzas paralelas son iguales y obran en sentido contrario, su resultante es igual á *cero*, y su punto de aplicacion situado en el infinito. Un sistema de fuerzas de esta especie se denomina *un par de fuerzas*.

29. **Composicion de las fuerzas paralelas.** Segun los principios propuestos, resulta: 1.º Que si tenemos dos fuerzas paralelas aplicadas á las extremidades de una recta inflexible, y obrando en un mismo sentido, obtendremos su resultante sumando dichas fuerzas y buscando su *centro*. En efecto, sean P y Q las fuer-

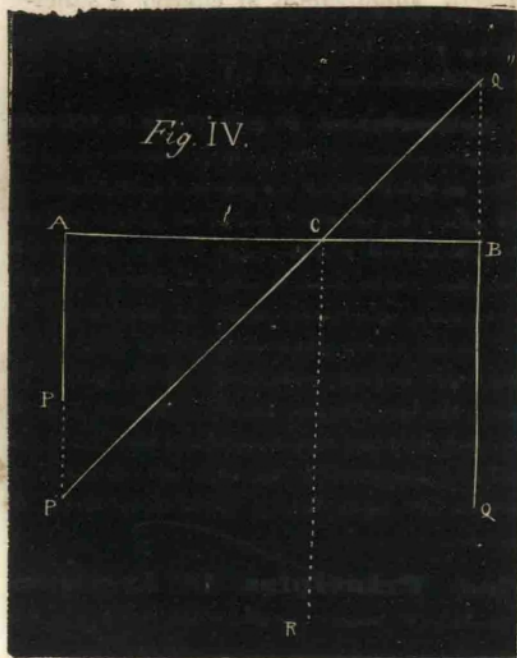
zas paralelas que obran en un mismo sentido sobre la recta inflexible AB (fig. IV), su resultante será CR igual á su suma, esto es, $P + Q = CR$. Esta resultante pasará por el punto C, puesto que, segun el tercer principio, el punto de aplicacion C divide la recta AB en la razon reciproca de P á Q; por manera que tenemos la proporcion:

$$P : Q :: BC : AC$$

y tambien

$$P \times AC = Q \times BC :$$

cuya ecuacion nos dice que *una fuerza multiplicada por su distancia al punto de apoyo ó centro de las fuer-*



sujeto el cuerpo, hay equilibrio; pero en el caso contrario el cuerpo jira al rededor de este punto, como porejemplo, la aguja de una brújula.

Tambien habrá equilibrio siempre que la resultante de las fuerzas pase por el eje determinado por los dos puntos fijos á que el cuerpo está sujeto, ó sea paralela al mismo eje: en el caso contrario los cuerpos jiran al rededor del eje, como las *balanzas*, las *poléas*, etc.

Cuando se establece el equilibrio en virtud de dos fuerzas, el momento de la fuerza que tiende á hacer jirar el cuerpo en un sentido, debe ser igual al momento de la fuerza que tiende á hacerle jirar en el sentido opuesto.

En general, sea cual fuese el número de fuerzas, para que haya equilibrio, es necesario que la suma de los momentos de las fuerzas que obran en un sentido, sea igual á la suma de los momentos de las fuerzas que obran en sentido opuesto.

Finalmente, otro de los principios que importa conocer, es que se pierde siempre en tiempo ó en velocidad lo que se gana en fuerza, y recíprocamente que se pierde en fuerza lo que se gana en velocidad.

§. 3.º *Aplicaciones de los principios de estática á las máquinas mas simples.*

1. Qué son máquinas?— 2. Cuántas cosas deben considerarse en las máquinas?— 3. A cuántas pueden reducirse las máquinas simples?— 4. Palanca.— 5. Condiciones de equilibrio en las palancas.— 6. Cuántos géneros de palancas se distinguen?— 7. Poléa.— Poléa fija.— Poléa móvil.— 8. Cuál es la teoría de las poléas?— 9. Polipastro ó tróculas.— 10. Usos del polipastro.— 11. Torno.— Cabrestante.— 12. Teoría del torno.— 13. Usos del torno.— 14. Ruedas dentadas.— 15. Condiciones de equilibrio en las ruedas dentadas.— 16. Usos de las ruedas dentadas.— 17. Rueda.— 18. Plano inclinado.— 19. Condiciones de equilibrio en el plano inclinado.— 20. Usos del plano inclinado y determinacion de la fuerza necesaria para subir [un cuerpo por medio de él.— 21. Cuña.— 22. Condiciones de equilibrio en la cuña.— 23. Tornillo.— 24. Condiciones del equilibrio en el tornillo.— 25. Teoría del tornillo.— 26. Tornillo sin fin.— 27. Usos del tornillo.

1. Las *máquinas* son unos instrumentos destinados á trasmitir la accion de las fuerzas, modificándolas de un modo conforme al objeto propuesto, por manera que la *máquina* es todo aparato, destinado á cambiar la direccion, la especie ó la velocidad del movimiento. Estas modificaciones se efectuan por medio de *obstáculos* que estorbando los movimientos no les permiten obrar sino en determinadas direcciones ó por lo menos dentro de ciertos limites.

2. Tres cosas deben considerarse en las máquinas: 1.ª el cuerpo que se quiere poner en equilibrio, y que se denomina *resistencia*;

2.^a la fuerza empleada para producir el equilibrio, llamada *potencia*; y
3.^a el punto fijo por donde pasa la resultante del sistema denominado *punto de apoyo*.

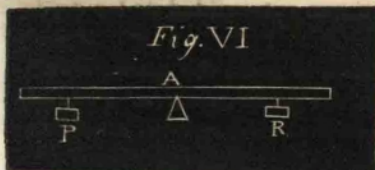
3. Pueden reducirse á tres las máquinas simples segun la naturaleza del *obstáculo*: 1.^a La *palanca*; 2.^a el *torno*; 3.^a el *plano inclinado*. En la *primera*, el *obstáculo* es un punto fijo á cuyo alrededor el cuerpo puede girar en todos sentidos; en la *segunda*, el *obstáculo* es una recta ó eje fijo al rededor del cual los diferentes puntos del cuerpo solo pueden girar en planos paralelos entre sí; y en la *tercera*, el *obstáculo* es un plano inalterable contra el cual se apoya el cuerpo, y sobre el que puede deslizarse ó rodar (1).

4. **Palanca.** La *palanca* puede considerarse como una barra inflexible de cualquier forma, móvil al rededor de un punto fijo que la divide en dos *brazos* desiguales, solicitado cada uno de ellos por una fuerza. Para el equilibrio es necesario que estas dos fuerzas estén en un mismo plano con el punto de apoyo; que sus *momentos* respecto á este punto sean iguales, y que tiendan á hacerla girar en sentido contrario.

Mas generalmente, si la palanca está solicitada por un número cualquiera de fuerzas, es necesario para el equilibrio, que todas ellas tengan una resultante única que pase por el *punto de apoyo*; y que la suma de los *momentos* que hacen jirar la máquina en un sentido, sea igual á la suma de los *momentos* que tienden á hacerla girar en el opuesto.

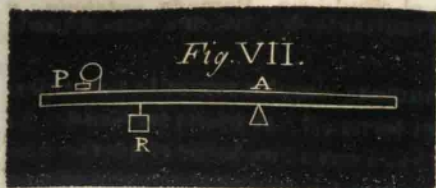
6. En el caso en que la palanca esté solo solicitada por dos fuerzas, puede considerarse la una como la *potencia* y la otra como la *resistencia*. Se distinguen entonces *tres géneros* de *palancas*, segun el lugar que ocupe el *punto de apoyo*, relativamente á estas dos fuerzas.

Primer género. En la *palanca* del *primer género* (fig. VI) el apoyo A cae entre la *potencia* P y la *resistencia* R; y la potencia está tanto mas aventajada cuanto mayor sea el brazo de la palanca sobre que ejerza su accion. Ejemplos: las *tijeras*, las *tenazas*, las *despaviladeras*, las *balanzas*, las *romanas*, etc.



Segundo género. En la *palanca* del *segundo género* (fig. VII)

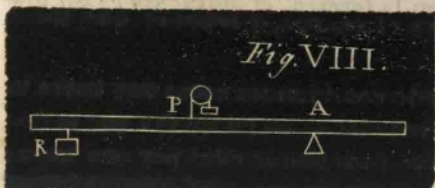
(1) En todo cuanto digamos acerca de las máquinas simples, haremos abstraccion de las circunstancias físicas que pueden influir en el equilibrio de los cuerpos.



la *resistencia* R está colocada entre el *apoyo* A y la *potencia* P, la cual tiene siempre la ventaja puesto que esta aumenta á proporción de su distancia al punto de apoyo. Ejemplos: los *remos*, los *fuelles*, el *ti-*

mon de los barcos, las *puertas*, etc.

Tercer género. Finalmente, en la palanca del *tercer género*



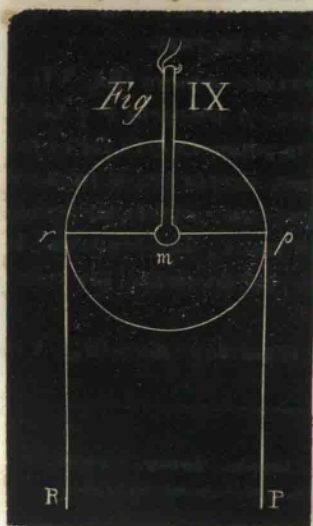
(fig. VIII) la *potencia* P obra entre la *resistencia* R y el *punto de apoyo* A. En este género la *resistencia* está siempre *aventajada*. Ejemplos: las *pinzas*, los *cuchillos*, el *ante-brazo*, etc.

7. Poléa. Esta máquina se compone de tres partes: 1.^a una rueda circular cuyo contorno presenta una cavidad igual ó carril, propio para recibir una cuerda; 2.^a un eje á cuyo alrededor jira la rueda; y 3.^a una *chapa* ó *armazon* que abraza toda la máquina y donde se apoya el eje.

Cuando la *chapa* está unida á un punto fijo, la *poléa* solo puede jirar sobre sí misma sin cambiar de lugar, y se llama *poléa fija*.

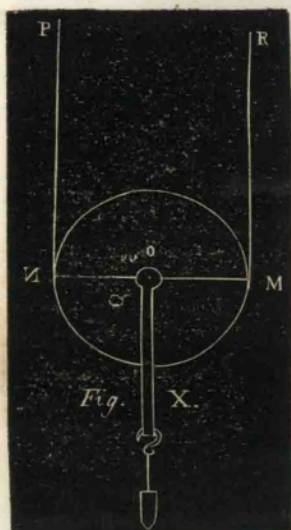
Cuando una extremidad del *cordón* está unida á un punto fijo y la *resistencia* á la *chapa*, la *poléa* jira no solo sobre sí misma, sino que sube y baja por efecto de la *potencia*, y la *poléa* se llama *móvil*.

8. La teoría de las *poléas* es la misma que la de las *palancas*. Los dos *cordones* tendidos PR (fig. IX) son unas *tanjentes* á la *circunferencia* de la



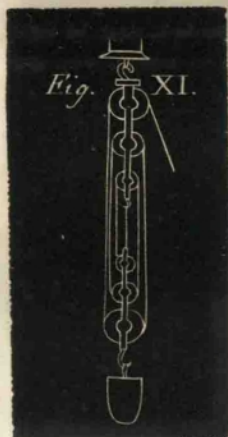
poléa é indican la *dirección* de las *fuerzas*; los *radios* p r de la *poléa* que terminan en los dos puntos de *tanjencia*, son los dos *brazos* de la *palanca*, cuyo *punto de apoyo* está en m si la *poléa* es *fija*, y en una *extremidad* de los *cordones* si es *móvil*.

Por consiguiente la *poléa fija* queda reducida á una *palanca* del *primer género*. Para obtener *equilibrio* es necesario que los *momentos* de las *fuerzas* sean *iguales*; y en efecto $P \times pm = R \times rm$; pero $pm = rm$ por *radios* de una misma *circunferencia*, luego $P = R$. De aquí se infiere que la *potencia* nada *adelanta* en *fuerza* con el *servicio* de esta máquina; pero *proporciona* la *ventaja* de actuar de un modo *mas favorable* á la *dirección* de la *gravedad*; *fuerza* de que luego nos ocuparemos.

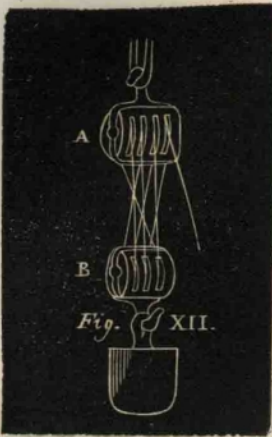


La *poléa móvil* es una palanca de segundo género. El punto de apoyo se halla fijo en la extremidad de la cuerda *r* (fig. X) y podemos concebirle rasgado al punto de tangencia *M*: la potencia á la extremidad de la cuerda *P* y por consiguiente en el punto de tangencia *N*: la resistencia se halla en el centro *O* entre la potencia y el punto de apoyo pendiente de la *chapa* ó *armazon* sostenido en el eje de la *poléa*. Por tanto resuelto que $P \times NM = R \times OM$, se deduce que la potencia en esta máquina se halla doblemente aventajada que la resistencia, puesto que $NM = 2 OM$.

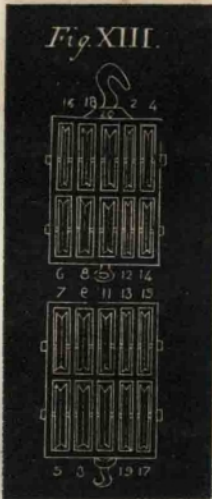
9. **Polipastro ó tréculas.** Sistema de *poléas* reunidas en un mismo *armazon* ó sobre ejes particulares ó sobre uno mismo.



La figura XI representa un *polipastro fijo*.



La figura XII uno móvil.



La figura XIII representa, visto de lado y sin cuerdas, el sistema de polipastro del ingeniero inglés *Smeaton*. Las poléas están señaladas en la figura por los números 1, 2, 3...segun el orden con que están ceñidas por las cuerdas.



La máquina de *White*, representada por la figura XIV, se compone de dos polipastos, cuyas poleas están abiertas en la misma pieza, y cuyos diámetros están calculados de manera que las velocidades de rotación de todas ellas son iguales.

Aplicando los principios sentados, es fácil concebir, considerando los cordones sensiblemente paralelos, que la *potencia* sea á la resistencia como la unidad es al número de *cordones* que sostienen el aparato.

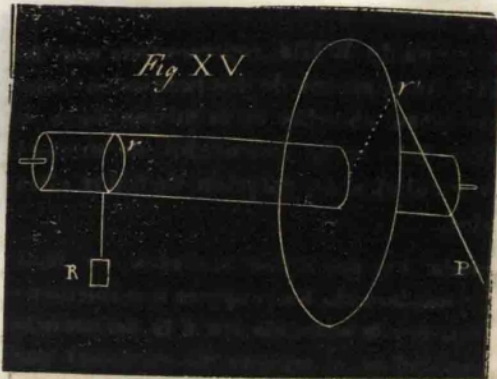
10. Usos. Vemos ejemplos frecuentes del uso de los polipastos en los aparejos de los buques, y en las construcciones para subir grandes piedras, etc.

11. Torno. Consiste en un árbol ó cilindro en cuyas bases se adaptan generalmente dos cilindros de menor diámetro, que descansan sobre dos apoyos fijos. A veces sustituyen estos cilindros unos *manubrios*, y otras

unas ruedas provistas de palancas.

El eje del torno puede ser horizontal ó vertical: en este último caso se llama mas particularmente *cabrestante*.

12. El cilindro girando sobre los otros dos cilindros se halla en el mismo caso que si girase sobre un eje considerado como una línea fija. La *resistencia* que hay que vencer, está aplicada á una cuerda que se enrolla en el cilindro, y la *potencia* le hace girar, obrando, ya tangencialmente á la rueda perpendicular al eje de este cilindro é invariablemente unida á él, ya á la extremidad de una barra fija en ángulo recto sobre el eje del cilindro, ya por medio de un manubrio ó palanca codada rectangularmente, uno de cuyos brazos está fijo perpendicularmente al eje del cilindro.

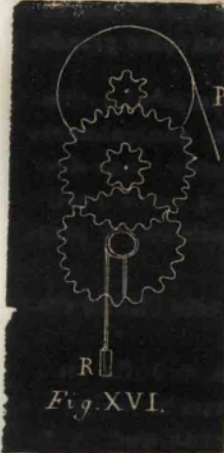


Para obtener el equilibrio de esta máquina es necesario que la potencia sea á la resistencia como el radio del cilindro es al radio de la rueda, (figura XV); esto es:

$$P : R :: r : r' ; \text{ de donde } P \times r' = R \times r.$$

13. **Usos.** Esta máquina está destinada á levantar grandes masas á grandes alturas.

14. **Ruedas dentadas.** Estas ruedas ofrecen el ejemplo de un sistema de tornos de ejes paralelos. El cilindro del primero á que está aplicada la potencia P, (fig. XVI) se hace entonces tangente á la rueda del segundo, y el cilindro de este tangente á la rueda del tercero y así de los demas. La resistencia R obra tangencialmente al árbol del último torno. Las ruedas y los cilindros están provistos de una serie de dientes igualmente espaciados de manera que cada una de estas ruedas no puede jirar sobre su eje sin que el cilindrito jire al propio tiempo sobre el suyo.



15. La condicion del equilibrio en estas ruedas es que la potencia sea á la resistencia como el producto de los radios de los cilindros es al producto de los radios de las ruedas.

Usos. Las ruedas de los relojes nos ofrecen aplicaciones ingeniosas de las ruedas dentadas.

17. **Ruedas.** En una rueda colocada sobre un plano horizontal perfectamente liso, se puede considerar el radio sobre el cual se ejerce la presion, como una palanca; el punto de apoyo está contra el terreno, y la potencia y la resistencia están aplicadas á la otra extremidad del radio. Las asperezas continuas de los caminos impiden que la resistencia pase continuamente por el punto de apoyo de la rueda, por manera que la palanca sobre que obran las fuerzas, no puede considerarse como perpendicular al suelo. Al subir una cuesta las ruedas altas facilitan la potencia proporcionalmente al cuadrado de su diámetro; pero la perjudican en igual proporcion al bajar.

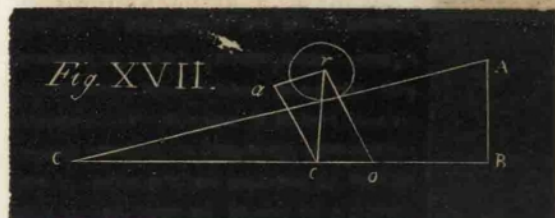
18. **Plano inclinado.** Es un plano que forma un ángulo agudo con el horizonte. A proporcion que este ángulo sea mas ó menos agudo, el plano será mas ó menos inclinado.

19. Un cuerpo colocado sobre un plano inclinado permanecerá en

equilibrados si la resultante de todas las fuerzas que obran sobre él, es perpendicular al plano y pasa por la base en que se apoya el cuerpo.

Cuando un cuerpo no puede permanecer en equilibrio por sí mismo, es necesario para conseguirlo, que la *potencia*, obrando *paralelamente al plano*, sea á la *resistencia* como la *altura del plano* es á su *longitud*. Si la *potencia* obra *paralelamente al horizonte*, es necesario para conseguir el equilibrio, que la *potencia* sea á la *resistencia*, como la *altura del plano* es á su *base*. La dirección mas ventajosa á la potencia es la paralela á la longitud del plano inclinado.

20. **Usos.** Se emplea el plano inclinado para subir grandes fardos con pocas fuerzas. Podemos determinar de un modo exacto la necesaria para subir un cuerpo por este medio.



Supongamos el cuerpo M fig. XVII que se quiere subir por el plano inclinado ABC. Hay una fuerza que solicita el cuerpo al descenso llamada de gravedad, que

representaremos por rc . Pero podemos descomponer esta en otras dos ra paralela al plano, y ro perpendicular al mismo. Esta queda destruida por el plano, y por consiguiente solo tenemos que vencer la ra en la proporción que dejemos sentada.

Fundados en las propiedades del plano inclinado se hacen los caminos cuando hay que subir una pendiente, no en línea recta, sino en una poligonal ó quebrada que jira por lo regular al rededor de las montañas que se quieren pasar.

21. **Cuña.** La *cuña* es un prisma triangular que la fig. XVIII representa

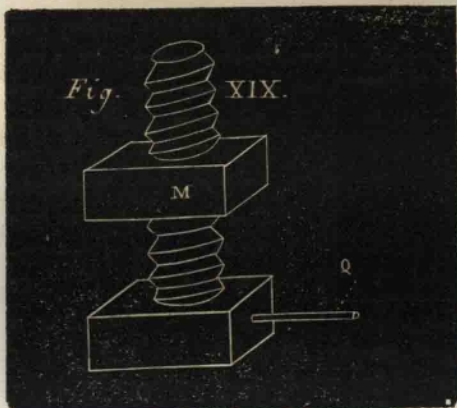


visto por una de sus bases M N Q, y que se introduce por una de sus aristas Q entre dos obstáculos, para ejercer lateralmente dos fuerzas que tiendan á separarles. La arista Q se llama la *cortante* de la *cuña*; las caras adyacentes MQ, NQ se denominan los *lados* y la cara MN la *cabeza*. Sobre este último se ejerce el golpe ó presión.

22. La condición de equilibrio de la *cuña* se deduce evidentemente de la relativa á un cuerpo solicitado por dos fuerzas sobre un plano inclinado, y consiste en que la *potencia*, estando representada por la *cabeza* de la *cuña*, las dos fuerzas que resultan perpendi-

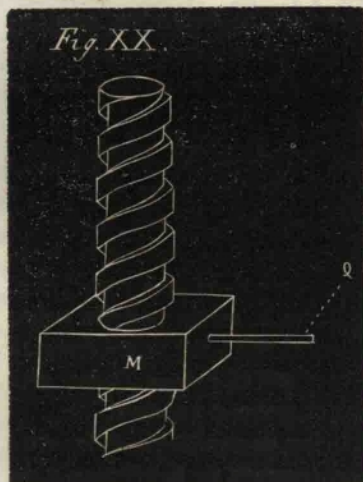
cularmente á los *lados* estan representadas por estos mismos lados. Por consiguiente cuando la *cuña* se emplea para hendir un cuerpo, habrá equilibrio, si la *potencia* es á la *resistencia* como la mitad del *lomo* de la *cuña* es á la longitud de uno de sus *lados*. Cuando la *cuña* se emplea para separar dos cuerpos, habrá equilibrio si la *potencia* es á la *resistencia* como la longitud del *lomo* es al *doble* de la altura de la *cuña*. De cuyo principio se deduce que la *potencia* tiene tanta mayor ventaja cuanto menor sea el *lomo* de la *cuña*, y cuanto mas haya penetrado esta.

23. **Tornillo.** El *tornillo* es un cilindro recto (fig. XIX y XX) re-



vestido de un *filete* saliente enjendrado por el plano de un paralelogramo, de un triángulo ó de una figura cualquiera, que apoyándose por su base sobre una generatriz, jira al rededor del eje del cilindro, formando siempre el mismo ángulo con la seccion *intermedia*, y bajando á lo largo de una *helice* trazada en su superficie.

Todos los puntos del *filete* del *tornillo* pertenecen á helices del mismo paso, llamadas *paso del*



tornillo, descritas en cilindros de un mismo eje, pero de radios diferentes. La *tuerca* es el molde que obtendríamos rodeando el cuerpo del *tornillo* de materia elástica. En las figuras XIX y XX la *tuerca* está colocada en lo interior de la pieza M.

Si el *tornillo* es fijo (fig. XX), la *tuerca* que es únicamente inmóvil, está solicitada por dos fuerzas solamente, la una paralela al eje que tiende á hacerla bajar girando al rededor del mismo eje, la otra en su plano perpendicular al propio eje y que tiende á hacerle subir en sentido contrario.

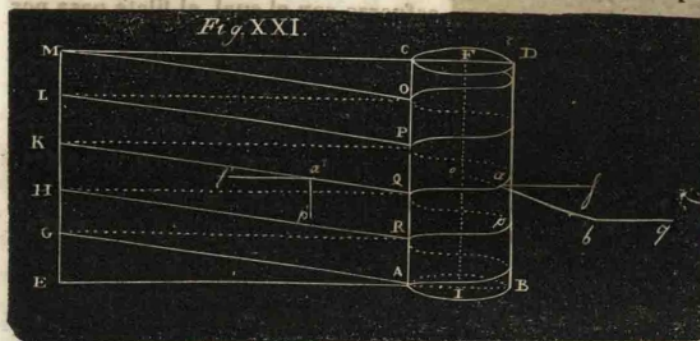
24. La condicion de equilibrio es que la *potencia* sea á la *resistencia* ejercida en el sentido del eje, como el *paso del tornillo* es á la *circunferencia* que tiende á describir la *potencia*; cuya condicion no se altera cuando la *tuerca* es fija y el *tornillo* móvil (fig. XX). Únicamente en el primer caso la *tuerca* adelanta en el sentido en que suben las espirales del *tornillo*

y que marcha en sentido contrario, es decir, hacia la cabeza del tornillo en el segundo caso.

25. La teoría del tornillo es igual á la del plano inclinado. En efecto, el *flete* desarrollado es un plano inclinado que tiene por altura el paso del tornillo y por base la circunferencia desarrollada del cilindro.

La *potencia* está aplicada á la palanca de que está provista la cabeza del tornillo, y la *resistencia* obra paralelamente al eje del tornillo.

Para la mayor inteligencia de lo que acabamos de exponer, considere-

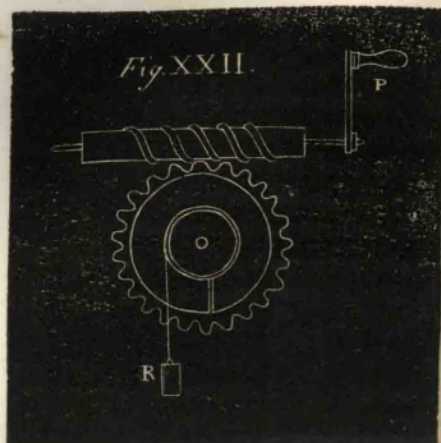


mos un cilindro recto A B C D (fig. XXI) cuya superficie convexa se desarrolle en un plano según el rectángulo A E M C. Dividamos las alturas A C, E M en

un mismo número de partes iguales, y tiremos las transversales AG, RH, QK, etc. Si doblamos de nuevo el rectángulo A E M C sobre el cilindro, dichas transversales trazarán sobre él una curva continua que se llama *hélice*. Cada una de aquellas determina una *espiral* de A á R, de R á Q, de Q á P, etc. etc. Las porciones de una generatriz cualquiera del cilindro comprendidas entre varias espirales consecutivas son iguales, y este intervalo constante es el *paso de la hélice*. La propiedad fundamental de esta es de estar por todas partes igualmente inclinada á las diversas generatrices de la superficie cilíndrica.

Esto supuesto podemos comparar la posición de un punto *a* situado sobre la hélice y solicitado por varias fuerzas, á la de un punto *a* situado sobre un plano inclinado Q K, teniendo por base Q K, longitud desarrollada de la circunferencia del cilindro recto y por altura H K paso de la hélice. Si el punto *a* está en equilibrio bajo la influencia de dos fuerzas, la una *p* vertical y la otra *f* horizontal, y obrando á la extremidad de un brazo de palanca *o b*, la relación entre dos fuerzas será igual á la de la circunferencia que tiende á describir la potencia *g* al paso de las hélices, siendo por consiguiente independiente del radio del cilindro.

26. **Tornillo sin fin.** Es una máquina compuesta de un *tornillo comun* que engrana con una rueda dentada, llevando sobre su eje un tambor ó cilindro.



El tornillo *sin fin*, representado en la fig. XXII es móvil al rededor de su eje y conduce los dientes sucesivos de una rueda, á la cual se presenta siempre su filete de un modo uniforme.

En el caso de equilibrio la potencia *P* aplicada en el manubrio, es al esfuerzo con el cual el filete pasa por el diente de la rueda como el *paso del tornillo* es á la circunferencia que tiende á describir la potencia.

27. **Usos.** Los usos del tornillo son muy comunes en las artes:

Las camas y otras muchas piezas de ebanisteria se arman con tornillos; y el encuadernador y otros muchos artistas le emplean tambien en sus respectivos oficios.

1.^a SECCION. = DE LA GRAVEDAD.

§ I. De los efectos generales de la gravedad.

1. Qué es gravedad?— 2. Cómo se considera la gravedad?— 3. Cómo se llama la gravedad cuando obra á grandes distancias?—4. Qué elementos se necesitan conocer en la gravedad considerada como fuerza?

1. La *gravedad* ó *pesantez* es la fuerza que hace caer los cuerpos, y se define diciendo que es el *esfuerzo que ejerce un cuerpo para precipitarse hácia el centro de la tierra.*

2. Se considera la *gravedad* como el efecto de una atraccion ó de una fuerza que tiende á aproximar todos los cuerpos entre sí.

3. Cuando esta fuerza obra á grandes distancias se le da mas perfectamente el nombre de *gravitacion.*

4. La gravedad considerada como fuerza tiene tres elementos que se necesitan conocer : su punto de aplicacion, su direccion y su intensidad.

1.^o **Puntos de aplicacion.** La gravedad está aplicada á todos los átomos de los cuerpos , puesto que un cuerpo tiene exactamente el mismo peso reducido á polvo , que cuando sus moléculas están unidas por la cohesion.