

instante en que la abandona enteramente, no ha de experimentar cambios bruscos, ora sea en la direccion, ora en la magnitud de la velocidad de las diversas moléculas del líquido.

Segunda : el agua debe salir de la máquina de manera que no tenga entonces mas que una ligera velocidad, y si fuese posible una velocidad nula cuando llegue al recipiente inferior; de lo contrario, llegando con una velocidad apreciable podría producir cierta cantidad de trabajo en razon de esta misma velocidad, y por consecuencia no habria transmitido á la máquina motora la totalidad del trabajo que era capaz de producir.

#### 228. CONDICIONES DE LOS MOTORES HIDRÁULICOS.

— En vista de lo que precede se infiere que el establecimiento de los motores hidráulicos deben sujetarse á las siguientes reglas :

Primera : El agua debe descender sin experimentar, en cuanto sea posible, la menor pérdida de velocidad.

Segunda : Debe ejercer su accion sin violencia ni choque.

Tercera : Debe llegar sin velocidad al depósito ó curso inferior.

229. OBSERVACION. — No es fácil, rigurosamente hablando, de llenar con exactitud las precedentes condiciones. Sin embargo, puede juzgarse de la

bondad y perfeccion de un motor hidráulico determinando, con ayuda de la experiencia, el trabajo que produce en un tiempo dado, y al efecto se buscará la relacion que existe entre dicha suma de trabajo y la que proporciona la caida del agua en el mismo tiempo. El motor, por consiguiente, será tanto mejor cuanto mas se aproxime de la unidad.

230. RUEDA DE CANALES. — Esta rueda se halla fabricada para recibir el agua por su parte superior por medio de un canal que la impele al nivel de la superficie superior. En dicho canal, el agua no toma mas que la velocidad necesaria para poder alcanzar la rueda; de allí cae en las divisiones ó canales que adornan toda su circunferencia, las cuales va llenando sucesivamente á medida que la rueda se mueve. Estos canales se vacían á su vez derramando el agua en el nivel inferior, y vuelven á subir inmediatamente para volverse á llenar; en esta operacion se observa que todas las canales descendentes están llenas mientras que las ascendentes suben vacías, y esto es precisamente lo que produce el movimiento, es decir, el peso del agua contenida en la mitad de la rueda.

En la construccion de esta especie de ruedas (fig. 75), debe tenerse buen cuidado de disponer las canales ó cajones de manera que no se vacien antes de llegar á lo mas bajo posible, pues de lo



contrario se pierde una cantidad considerable de trabajo útil.

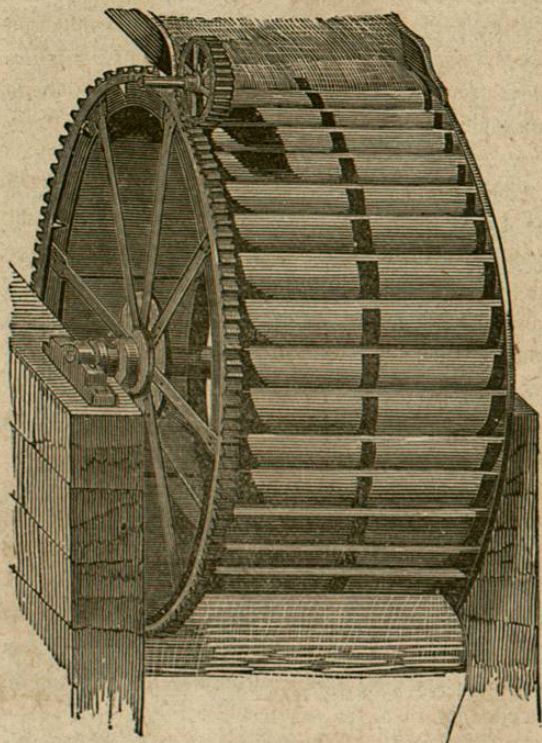


Fig. 78.

Además, debe observarse igualmente que dicha rueda produce mayor efecto cuando se mueve con

lentitud, y debe emplearse con preferencia á las conocidas hasta el dia en las fábricas que cuentan con un despeñadero de agua de 3 hasta 12 metros de elevacion.

Como el movimiento lento de la precedente rueda seria dañoso en los mecanismos hidráulicos ordinarios, se las adopta una rueda dentada que se encaja con los dientes de otra mucho mas pequeña, la cual transmite á su árbol un movimiento tan rápido como se necesite.

231. Los estrechos límites de este MANUAL no nos permite hablar de las ruedas llamadas de *Poncelet*, de las que se usan en las corrientes indefinidas, ni de las denominadas de cucharas, cuvos y de reaccion, ni de las numerosas máquinas hidráulicas que tanto enriquecen la industria. En su virtud, remitimos á nuestros lectores al famoso *Curso elemental de Mecánica de Mr. Ch. Delaunay*, cuarta edicion.

#### IV. Empleo del aire como motor.

232. No es de ahora ni de una localidad especial el uso inmemorial que se hace del aire atmosférico para motor de ciertas máquinas, y, por cierto, si este terrible y feliz elemento funcionara ó soplara constantemente con regularidad, no hay duda que podrian obtenerse resultados mas im-



portantes. Empero, no está en la mano del hombre el sujetar á este variable coloso.

Bien conocidos son los mecanismos adoptados para utilizar su accion. Los molinos de viento y los buques de vela nos dan una idea muy exacta y sencilla para que tengamos necesidad de entrar en sus menores detalles.

Así es que cerraremos este artículo diciendo que toda la dificultad consiste en la disposicion en que deben colocarse las astas del molino y las velas de las embarcaciones para que puedan recibir conveniente y útilmente la accion del viento. Ambas se extienden y pliegan mas ó menos presentándolas directa ú oblicuamente al impulso del elemento, segun que este sea mas ó menos impetuoso.

233. El aire se emplea tambien para poner en movimiento las pompas destinadas á elevar el agua. Empero, esta máquina siendo muy parecida á la de los molinos de viento renunciamos tambien á detallarla.

#### V. Del vapor como motor.

234. FORMACION DEL VAPOR. — Cuando un vaso (cualquiera que sea su forma y la materia de que se componga), estando perfectamente cerrado contiene cierta cantidad de agua de modo que no lo

llene, esta agua se convierte en vapor. A medida que se forma, se acumula en la parte vacía de dicho vaso y aumenta su elasticidad; mas esta fuerza elástica no puede exceder su *tension máxima*, límite extremo, que depende exclusivamente de la temperatura del agua, y esta tension suprema crece en proporcion de los grados que aquella vaya aumentando. Sin embargo, alcanzado su *máximum* de intensidad ya no se produce nuevo vapor, y en este caso todo el espacio del vaso ó caldera que el vapor ocupa se llama *saturado*.

Cuando la temperatura se halla muy elevada, la evaporizacion del agua se efectúa con rapidez, visto que entonces la tension máxima del vapor es igual á la presion atmosférica. En este momento su fuerza es tal que vence y arroja el aire para abrirse paso y salir fuera, en vez de que antes tenia necesidad de infiltrarse gradualmente por los intersticios existentes entre sus moléculas.

Mas, para que el vapor adquiriera su *tension máxima* es necesario que el agua esté en el estado de ebullicion, y comunmente hierva en toda su fuerza siempre que la tension del vapor excede la presion atmosférica que el líquido experimenta en la superficie, ora sea aquella compuesta de gaz y de vapor combinados, ora sea exclusivamente de gas ó de vapor.

235. LEY DE MARIOTTE. — La fuerza de un gas



se aumenta cuando se comprime su superficie, en virtud de que las presiones que ejerce sobre las diversas partes de las paredes del vaso que lo contiene, aumentan á medida que disminuye su volúmen. Este célebre físico, estudiando los cambios correspondientes á la presión y al volúmen, ha encontrado la siguiente ley que debemos tener presente en la cuestión que nos ocupa; á saber:

*Que la fuerza elástica de una masa de gas, cuya temperatura se conserva siempre á la misma altura, varía en razón inversa de su volúmen.* Esta condición es muy esencial para que pueda echarse en olvido, pues la experiencia enseña que cuando se disminuye bruscamente el volúmen de una masa gaseosa, su temperatura se eleva, y que, por el contrario, se disminuye esta cuando se dilata aquella. Por consiguiente, para que las fuerzas elásticas que adquiere sucesivamente una masa gaseosa, cuyo volúmen quiere variarse, satisfagan á la ley de Mariotte, es absolutamente necesario que estas fuerzas elásticas no se midan hasta que el gas haya tenido suficiente tiempo para recobrar la temperatura que tenía en un principio, esto es, al ponerse en equilibrio de temperatura con los cuerpos que le rodean.

236. Así, cuando cierta cantidad de vapor de agua se halla encerrado en un vaso sin agua, y que su tensión es inferior al *máximum* correspondiente á su temperatura, entonces este vapor ad-

quiere las propiedades y produce los efectos del gas: de manera que variando su volúmen, varía al mismo tiempo su fuerza elástica, según lo establecido en la ley de Mariotte que acabamos de explicar; pero esto, bajo el supuesto de que la fuerza elástica quede suficientemente débil para no saturar el espacio en que el vapor se halla contenido.

237. EJEMPLO. — Supongamos, pues, para mayor inteligencia de lo que precede, que se disminuye el volúmen del vapor en términos que su fuerza elástica quede igual á la tensión máxima correspondiente á su temperatura, en este caso, si se continúa comprimiéndola, es evidente que la fuerza elástica no podrá aumentar de modo alguno, permaneciendo siempre igual á su *máximum* de intensidad, y por consiguiente una porción de vapor se condensará volviendo al estado de líquido.

Si acto continuo se engrandece el espacio de manera que el vapor pueda dilatarse mas, la cantidad de agua producida por la precedente condensación volverá al estado de vapor, adquiriendo ó manteniendo la fuerza elástica igual á la tensión máxima, mientras que no se absuelva todo el líquido. Empero, tan luego como el agua toda se haya transformado en vapor, el aumento del espacio que se le habia dado arrastrará una disminución proporcional á dicho espacio en la fuerza elástica



del vapor que volverá á tomar, en su virtud, las propiedades de gas.

230. CONDENSACION DEL GAS. — Una masa de vapor puesta en comunicacion con un espacio, cuya temperatura corresponde á una tension máxima inferior á la suya, se condensará parcialmente hasta que el vapor restante satisfaga las condiciones antes expresadas; pues cuando los espacios en que el vapor se halla contenido son de diversa temperatura, su fuerza elástica, como fácilmente se concibe, no puede ser mayor que la tension máxima que corresponde á la temperatura mas baja de los diversos puntos de dicho espacio.

239. TENSION MÁXIMA DEL VAPOR DE AGUA EN SUS DIVERSAS TEMPERATURAS. — El célebre Arago, el distinguido Dulong, y posteriormente Mr. Regnault, han enriquecido la ciencia con infinitas experiencias que demuestran la tension máxima del vapor de agua, y en su virtud legádonos una tabla indicando las que producen las temperaturas diversas que puedan imaginarse, pues principiaron por la de cero hasta la de 230° aumentando 10 grados á cada una, como puede verse por la tabla siguiente :

TEMPERATURA.	TENSION DEL VAPOR.	TEMPERATURA.	TENSION DEL VAPOR.	TEMPERATURA.	TENSION DEL VAPOR.
	m		m		m
0°	0,0046	80°	0,3546	160°	4,6546
10°	0,0092	90°	0,5254	170°	5,7617
20°	0,0174	100°	0,7600	180°	6,5464
30°	0,0315	110°	1,0754	190°	9,4427
40°	0,0549	120°	1,4913	200°	11,6890
50°	0,0920	130°	2,0303	210°	14,3248
60°	0,1488	140°	2,7476	220°	17,3904
70°	0,2331	150°	3,5812	230°	20,9254

Segun se ve, las tensiones se expresan por la elevacion de las columnas de mercurio con que se equilibran, y que el agua se halla en el estado de ebullicion, cuando está en la temperatura de 100° bajo de una presion medida por una columna de mercurio de 0<sup>m</sup>,76 de altura.

Obsérvase asimismo que la tension máxima del vapor en la precitada temperatura se mide por una columna de mercurio de 0<sup>m</sup>,76, y que dicha tension crece proporcionalmente á la elevacion de su temperatura respectiva.

#### VI. Presion atmosférica y definicion de dicha atmósfera.

240. PRESION ATMOSFÉRICA. — Ya en 1643 el ilustre fisico Torricelli evaluó numéricamente esta presion. Así, si se considera el trabajo que se ope-



ra en el interior del mercurio contenido en su vaso, veremos que las presiones son las mismas en todos los puntos de un mismo plano horizontal ya sea en el interior, ya en el exterior del tubo. Lo mismo sucede respecto del plano horizontal formado por la superficie libre del mercurio en dicho vaso. Por consiguiente, aun allí la presion ejercida en uno de sus puntos por la atmósfera es idéntica á la que se ejerce á igual nivel en el interior del tubo por la columna de mercurio situada sobre el expresado nivel. Por esta razon, pues, la presion que la atmósfera hace en un centímetro cuadrado de la superficie libre del mercurio en el vaso es igual al peso de un cilindro de mercurio cuya base sea un centímetro cuadrado y su altura de 76. El volúmen de este cilindro es, pues, de 76 centímetros cubos, y como la medida de un centímetro cubo pesa 13 gramos, 6, resulta que la presion ejercida por la atmósfera sobre un centímetro cuadrado es de 1033 gramos.

241. OBSERVACION. — La presion atmosférica es variable; empero, cuando el punto donde tiene lugar la experiencia no se halla mas alto que el nivel del mar, la altura de la columna de mercurio jamas se diferencia mucho de 0<sup>m</sup>,76. Por consecuencia, esta altura de 0<sup>m</sup>,76 se toma generalmente como presion normal, y en su virtud sirve de regla para comparar y verificar las variaciones de todas las demas.

242. DEFINICION DE LA ATMÓSFERA EN EL PRESENTE CASO. — Siempre que un gas cualquiera ejerce contra las paredes del vaso que lo contiene una presion igual á la que ejerciera una columna de mercurio de 0<sup>m</sup>,76 de altura, entonces se dice que esta presion es de una ATMÓSFERA.

Como se desprende, la palabra *atmósfera* designa una presion que se toma por término de comparacion, constituyendo así una unidad particular con cuyo auxilio pueden evaluarse á guarismos dichas presiones.

243. PRESION DE UNA ATMÓSFERA. — La presion de una atmósfera, como queda dicho, es de 1 kilogramo 0 33 por centímetro cuadrado. Así, si la presion equivale á tres, cinco ó mas atmósferas, será equivalente á la que hiciera una columna de mercurio de tres, cinco ó mas veces de altura de 0<sup>m</sup>,76.

Con lo expuesto podrá comprenderse el cálculo atmosférico que representa la tabla siguiente debida igualmente á Mr. Regnault.



TENSION DEL VAPOR.	TEMPERATURA.	TENSION DEL VAPOR.	TEMPERATURA.
atm.	°	atm.	°
1	400,0	45	198,8
2	420,6	46	201,9
3	433,9	47	204,9
4	444,0	48	207,7
5	452,2	49	210,4
6	459,2	20	213,0
7	465,3	21	215,5
8	470,8	22	217,9
9	475,8	23	220,3
10	480,3	24	222,5
11	484,5	25	224,7
12	488,4	26	226,6
13	492,1	27	228,9
14	495,5	28	230,9

#### 244. CALOR LATENTE DE LA EVAPORIZACION. —

La conversion del agua en vapor necesita un fuego sostenido á fin de que la temperatura no varíe. Este calor mantenido constantemente es, pues, lo que los físicos llaman *calor latente de la evaporizacion*. Si no fuera así, el vapor se condensaría volviendo á su anterior estado de líquido, y de aquí la necesidad de conservar inalterable la misma temperatura. De lo contrario, la tension máxima del vapor, no correspondiendo á la temperatura que tenia en su principio, iria debilitándose en proporcion del descenso de esta, ó en razon de la frialdad que el líquido experimenta á medida que se realiza la evaporizacion.

Ya queda dicho que cuando el agua se somete á una temperatura de 100 grados entrará en ebullicion comunicando libremente con la atmósfera; y que cesará con rapidez si disminuye la temperatura. Por consecuencia, es indispensable, volvemos á repetir, el mantener el calor necesario á la cantidad de agua y del vapor que se debe conservar, pues este crece ó disminuye segun el fuego ó el calor que se ponga á aquella.

245. CANTIDAD DE CALOR NECESARIA A UNA MASA DETERMINADA DE AGUA. — Es de la mas alta importancia el conocer el calor que necesita una masa dada de agua para pasar al estado de vapor y mantenerse en él. De manera alguna podríamos suministrar este conocimiento si no recurriésemos otra vez á las experiencias del distinguido físico Mr. Regnault sobre las propiedades del agua. Al efecto, insertaremos la siguiente tabla; empero, parécenos oportuno consignar antes, para mayor inteligencia del lector, que la segunda columna demuestra la suma de calor precisa para convertir en vapor un kilogramo de agua, de manera que el espacio que lo contiene quede perfectamente saturado, sin experimentar variacion alguna antes ni despues de la evaporizacion, como lo expresa la primera columna. La tercera designa el calor que necesita para efectuar la conversion de dicha cantidad de líquido en vapor saturado.

Segun se advierte, la temperatura del agua co-



mienza en 0, y la unidad del calor se toma por la suma necesaria para elevar la temperatura de un kilogramo de agua de 0° á 1°.

TEMPERATURA DEL VAPOR SATURADO.	CALOR LATENTE.	CALOR TOTAL.	TEMPERATURA DEL VAPOR SATURADO.	CALOR LATENTE.	CALOR TOTAL.
0°	606,5	606,5	120°	522,3	643,4
20°	592,6	612,6	140°	508,0	649,2
40°	578,7	618,8	160°	493,6	655,3
60°	564,7	624,8	180°	479,0	661,4
80°	550,6	630,9	200°	464,3	667,5
100°	536,5	637,0	220°	449,4	673,6

Estudiando con reflexion cuanto queda expuesto respecto de los cuatro principales motores, y aplicando con exactitud los principios demostrados en el presente MANUAL, cualquiera podrá no solo conocer sino tambien dirigir las funciones aun de las máquinas mas complicadas.

FIN.

## INDICE

	Páginas.
PRÓLOGO.....	1
INTRODUCCION.....	5

### PRIMERA PARTE.

<i>Del movimiento de un cuerpo considerado independientemente de sus causas, segun las reglas geométricas.....</i>	11
CAPITULO I. Del movimiento uniforme, y de sus propiedades.....	11
CAPITULO II. Del movimiento variado de los cuerpos y puntos materiales, y de sus diversas aceleraciones...	17
CAPITULO III. Del movimiento uniformemente variado, y de su velocidad y ecuacion.....	13
CAPITULO IV. Del movimiento rectilineo variado bajo el punto de vista de su aceleracion.....	33
CAPITULO V. De la proyeccion de las velocidades, considerado el cuerpo sobre un eje fijo.....	45