

— DIRECTOR-DELEGADO —  
JAIME FONT MAS

Admición: Vía Layetana, 39  
Teléfono 541 A - BARCELONA



ÓRGANO OFICIAL  
DE LA  
ASOCIACIÓN DE  
INGENIEROS IN-  
DUSTRIALES DE  
BARCELONA

Año XLVIII — Núm. 84

Diciembre 1925

## SUMARIO

Estudio físico-químico de la combustión. — Ensayo microscópico de los papeles  
fotográficos. — Crónica de la Agrupación. — Bibliografía. — Revista de Revistas.

# Estudio físico-químico de la combustión

El objeto del presente artículo no es presentar hechos ni teorías nuevas, sino divulgar conocimientos que, indudablemente, poseen ya los ingenieros jóvenes, a quienes servirá sólo de repaso, así como también los que hayan seguido paso a paso los adelantos de la química teórica; solamente al resto de ingenieros, podrá parecerles novedad. Por tanto, rogamos al lector impuesto en estos asuntos, que perdone la publicación de este artículo. Y entremos en materia.

La *combustión completa* del carbón, que es todavía el combustible más importante, produce el gas llamado anhídrido carbónico, de fórmula  $\text{CO}_2$ ; y su combustión incompleta el gas óxido de carbono,  $\text{CO}$ . En el primer caso, cada kilogramo de carbón proporciona unas 8100 calorías mayores, en números redondos; y en el segundo solamente 2430 calorías, es decir, un 30 % del calor total que puede proporcionar. Así, pues, si, como generalmente sucede, los gases de la combustión sirven para calentar y después son expulsados por la chimenea, se tendrá gran interés en que la combustión sea lo más completa posible. En cambio, cuando el carbón se gasifica para obtener un combustible gaseoso, constituido principalmente por óxido de carbono (que es la parte útil) y nitrógeno del aire que alimentó la combustión incompleta del carbón, habrá interés en producir óxido de carbono, para poder aprovechar en el *gas pobre* el 70 % de la potencia calorífica del primitivo combustible. Otras veces se gasifica el carbón sometiéndolo, cuando está al rojo, a la acción del vapor de agua  $\text{H}_2\text{O}$ , obteniéndose entonces óxido de carbono, anhídrido carbónico e hidrógeno, constituyendo esta mezcla gaseosa el llamado *gas de agua*, y en el cual la parte útil, combustible, está constituida por el hidrógeno y el óxido de carbono.

El estudio de la combustión completa del carbón,

del gas pobre y del gas de agua, constituirá el objeto de estas mal pergeñadas líneas.

\*\*\*

Al iniciarse el estudio físico de los fenómenos químicos, entre los cuales sabemos que se cuenta la combustión, se llegó a sentar el principio del *trabajo máximo* o de la *necesidad de las reacciones*, según el cual se efectúan, en todo sistema, aquellas transformaciones que desprenden más calor, o, como se suele decir abreviadamente, las más exotérmicas. Según este principio, enunciado así escuetamente, las transformaciones sólo se efectuarían en un determinado sentido. El carbón, en contacto con aire suficiente, siempre experimentaría la combustión completa; y aun sin aire suficiente, siempre desprendería, por ejemplo, más calorías la combustión completa de un kilogramo de carbón, que la incompleta de 2 kilogramos, pues la primera daría 8100 calorías y la segunda  $2 \times 2430 = 4860$ , cantidad menor que la anterior. La producción del gas pobre sería imposible. Además, tanto la combustión completa como la incompleta no tienen lugar espontáneamente, sino que hay que provocarlas o iniciarlas. Existe como un *rozamiento químico* en ésta y otras transformaciones, y es necesario a manera de un *lubrificante* para iniciar la reacción o para acelerarla. En el caso de la combustión este lubricante es la temperatura. El fenómeno de la combustión, que a la temperatura ordinaria es *tan lento* que resulta inapreciable, a temperatura elevada se efectúa con rapidez. En ciertas reacciones poco exotérmicas e insensibles a la temperatura ordinaria, es necesario calentar constantemente mientras se efectúan, para mantener la temperatura necesaria; pero en los fenómenos de combustión, que son reacciones muy exotérmicas, una vez iniciados, las mismas calorías desprendidas bastan para mantener



la temperatura suficientemente elevada para que después la combustión continúe por sí sola. Por ejemplo, para quemar completamente 12 kilogramos de carbón, se necesitarán 32 kgs. de oxígeno, que son unos 22,4 metros cúbicos, lo cual equivale a unos 107 metros cúbicos de aire; por tanto, para 1 kg. de carbón hacen falta cerca de 9 metros cúbicos de aire, y resulta el mismo volumen (medido a la misma temperatura). Si se desprenden 8100 calorías, y suponemos que éstas se emplean en calentar los productos de la combustión, debemos tener en cuenta que un metro cúbico de los mismos absorbe aproximadamente 0,33 calorías por grado, de modo que los 9 m. c. absorberían 3 calorías por grado. Y si dividimos 8100 por 3, encontramos la elevadísima temperatura de 2700°. Es verdad que el cálculo no es del todo exacto y que el calor se pierde por muchos conductos; pero lo dicho da ya idea clara de que la temperatura mantenida por la misma combustión es más que suficiente para sostenerla.

\*\*\*

Como hemos indicado, el principio del trabajo máximo pasó a la historia de la química. La concepción actual es más real y más amplia. Para todo sistema existe, en determinadas condiciones físicas de temperatura y presión, un cierto estado de *equilibrio*. Cuando la inercia química o rozamientos de que se ha hablado no son grandes, el sistema se transforma aproximándose a dicho estado de equilibrio, y «la velocidad de la transformación será tanto mayor cuanto más diste el sistema del estado de equilibrio». Pero es frecuente el caso, como en las reacciones de la combustión, en que a la temperatura ambiente la transformación es insensible. Elevando la temperatura la velocidad de transformación crece considerablemente; y en los casos más estudiados esta velocidad se duplica con un aumento de 10 a 20 grados centígrados. Si, por ejemplo, la combustión de un kilogramo de carbón se efectúa en un segundo a la temperatura de 2000°, y admitimos que cada 20° C. se duplica la velocidad, como 2000 es igual a 100 veces 20, a la temperatura de 0° C. dicha combustión requeriría  $2^{100}$  segundos, o sea  $2 \times 10^{30}$  segundos = 63500 trillones de años.

Elevando la temperatura se llega, pues, mucho más deprisa al estado de equilibrio; mejor dicho, muy cerca del equilibrio, porque llegar al equilibrio mismo exige teóricamente un tiempo infinito; mas rápidamente se llega a un estado tal, en que la diferencia con el estado de equilibrio resulta imposible de apreciar. Además debe tenerse en cuenta que el estado de equilibrio no es idéntico para diferentes presiones y temperaturas.

Tratándose de reacciones entre gases, y admitiendo la teoría cinética, resulta que las moléculas gaseosas están en movimiento y que su velocidad es proporcional a la raíz cuadrada de su temperatura absoluta y está en razón inversa con la raíz cua-

drada del peso molecular. Podemos suponer que cada molécula está rodeada por una esfera cuyo diámetro es su radio de acción química, e imaginar que son estas esferas las que se mueven, y que al chocar entre sí las de diferente naturaleza se origina la transformación química. Se comprende que la temperatura, al aumentar la velocidad de las moléculas, aumentará el número de choques y, por tanto, la velocidad de la reacción. También es evidente que, si en un volumen dado de la mezcla gaseosa se duplica la masa de uno de los gases, y, por lo tanto, su presión parcial, quedará multiplicado por 2 el número de moléculas de este gas, y también por 2 la probabilidad de que choquen dos moléculas de distinta naturaleza, y reaccionen. Resulta, pues, que la velocidad de reacción entre dos gases que se combinan molécula por molécula es proporcional a la presión de cada uno de los gases y, por tanto, al producto de ambas presiones. Si, en cambio, dos moléculas de un gas reaccionaran con una del otro, la velocidad de la reacción sería proporcional al producto de la presión del segundo gas por el cuadrado de la presión del primero. En general, si  $m$  moléculas del gas A reaccionan con  $n$  del gas B, más  $p$  de C, más etc., y representamos por  $[A]$  la presión o concentración de A, y por  $[B]$  la de B, etc., se tendrá que la velocidad de reacción es de la forma

$$v = k[A]^m[B]^n[C]^p \dots$$

donde  $k$  es una *constante de velocidad* que depende de las condiciones físicas, principalmente de la temperatura. A mayor temperatura será mayor el valor de  $k$ , y en general también será mayor para reacciones entre gases de menor peso molecular, o sea más difusibles y ligeros.

Pero debe tenerse en cuenta que si de la reacción entre los gases A, B, C,... resultan los gases P, Q, R,... en la proporción de  $x$  moléculas de P, y de Q,... entre estos gases se establecerá una reacción de sentido inverso, por la cual se regenerarán los gases primitivos. La velocidad de esta segunda reacción, o *reacción inversa*, será:

$$k'[P]^x[Q]^y \dots$$

y se establecerá el *equilibrio* entre la reacción directa y la inversa cuando sean iguales las dos velocidades; es decir,

$$k[A]^m[B]^n \dots = k'[P]^x[Q]^y \dots$$

siendo la relación

$$K = \frac{k}{k'} = \frac{[P]^x[Q]^y \dots}{[A]^m[B]^n \dots}$$

lo que se llama la *constante de equilibrio*, y cuyo valor depende también, como  $k$  y  $k'$ , de las condiciones físicas. Aunque esta constante varía con la temperatura, la variación es incomparablemente más pequeña que las de  $k$  y  $k'$ . Al aumentar la tempera-



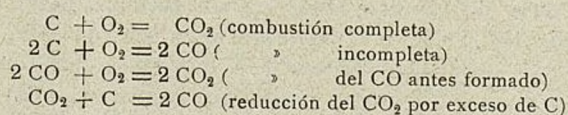
tura,  $k$  y  $k'$  aumentan rapidísimamente, pero  $K$  varía relativamente poco.

\*\*\*

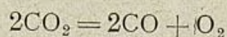
Al estudiar los fenómenos que tienen lugar en la combustión, se presentan dos problemas. El primero consiste en cómo se aumenta la velocidad de la transformación y se llega más pronto al equilibrio; y éste ya sabemos que se alcanza rápidamente a las temperaturas elevadas de la combustión. El segundo problema consiste en estudiar cómo deben graduarse la temperatura y la presión para obtener en mayor cantidad los productos que nos convenga, o sea cómo se aumenta el rendimiento de la transformación. El principio de Le Chatelier-Braun resuelve este segundo problema. Dice que «cuando se altera la temperatura o la presión de un sistema que estaba en equilibrio, se establece otro estado de equilibrio tal que reacciona contra la alteración que se quiere producir». Así, cuando se calienta el sistema, el equilibrio se corre de modo que la temperatura suba poco y, por tanto, se produce la transformación endotérmica, o sea la que absorbe calorías; por el contrario, enfriando se aumenta la reacción exotérmica. Si el número de moléculas gaseosas resultantes es igual al de las reaccionantes, la presión no se altera por la transformación química (a temperatura y volumen constantes), y no tendrá entonces ninguna influencia. Si los productos resultantes contienen menos moléculas gaseosas que los reaccionantes, un aumento de presión favorecerá la reacción directa, y una disminución de presión la reacción inversa; lo contrario ocurrirá cuando en la reacción directa se aumente el número de moléculas gaseosas y, por tanto, la presión.

\*\*\*

Las reacciones que tienen lugar en la combustión, son:



De estas reacciones la tercera tiene lugar entre gases, y es exotérmica, desprendiéndose 29160 calorías grandes si se toman los pesos moleculares en kilogramos; además de 3 moléculas de gases reaccionantes resultan 2 moléculas de  $\text{CO}_2$ , de modo que tiene lugar, a presión constante, una disminución de volumen, y a volumen constante una disminución de presión, siempre en el supuesto de no variar la temperatura. Todo ello nos dice que un aumento de temperatura favorecerá la reacción inversa



haciendo la combustión menos completa, y quedando más cantidad de oxígeno libre, y que un aumento de presión favorecerá el que la combustión sea más completa. La constante de equilibrio será:

$$K_1 = \frac{[\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}]^2 \cdot [\text{O}_2]} \text{ o } K_2 = \frac{[\text{CO}]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2}$$

según se tome la reacción directa o la inversa (disociación del  $\text{CO}_2$ ).

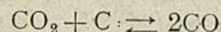
NERNST y WARTENBERG han estudiado este equilibrio entre dichos tres gases, y han expresado como resultado, en vez de la constante  $K$ , la fracción de  $\text{CO}_2$  disociado con respecto a la cantidad total, supuesta igual a 1: a esta fracción la llamaremos  $\alpha$ , y como la presión de  $\text{CO}_2$  no se altera al pasar a  $\text{CO}$ ,  $\alpha = \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}] + [\text{CO}_2]}$ . Los valores de  $\alpha$  que se dan en la siguiente tabla, corroboran lo dicho: que se favorece la disociación del  $\text{CO}_2$ , y por tanto es la combustión menos completa, al aumentar la temperatura y disminuir la presión.

Temperaturas	$\alpha$ para presiones de		
	10 atmósferas	1 atmósfera	0,1 atmósferas
727° C	0,000000031	0,000000158	0,00000034
1227	0,000188	0,000496	0,000872
1727	0,00818	0,0177	0,0373
2227	0,0708	0,158	0,307

En resumen, en las combustiones ordinarias conviene huir de las temperaturas muy elevadas y de las presiones bajas, o bien entretener los humos suficientemente en contacto con las superficies a calentar, para que al bajar la temperatura lentamente se regenere el  $\text{CO}_2$  primero disociado, aprovechándose así todas las calorías de la combustión. Además, para que sean aplicables todas estas consideraciones, debe alimentarse la combustión con exceso de aire. Este exceso no debe ser muy grande, pues entonces el mayor rendimiento en  $\text{CO}_2$  vendría contrarrestado por las calorías empleadas en calentar dicho aire.

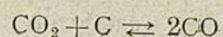
\*\*\*

Cuando el aire (comburente) se encuentra con un exceso de combustible, como sucede en los gasógenos de *gas pobre*, puede prescindirse de la existencia de oxígeno libre, y atender a la cuarta de las reacciones indicadas:



Esta reacción se efectúa en el sentido directo, o sea formándose óxido de carbono, con absorción de 38880 calorías, ya que la descomposición completa de una molécula-kilogramo de  $\text{CO}_2$  absorbe 97200 calorías, y en la formación de dos moléculas de  $\text{CO}$  se desprenden  $2 \times 29160$  calorías, y 38880 representa la diferencia entre los dos números. Como el volumen ocupado por el carbono es despreciable, resulta que en la reacción directa se duplican las moléculas gaseosas, de modo que a volumen constante habría aumento de presión. De todo lo dicho se deduce que se favorece la formación de  $\text{CO}$  en el gas pobre, aumentando la temperatura y disminuyendo la presión.

BOUDOUARD ha estudiado el equilibrio



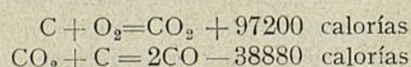


a diversas temperaturas y para una presión total de una atmósfera. Expresó sus resultados por el volumen  $\alpha$  de óxido de carbono contenido por unidad de volumen de la mezcla de los gases, encontrando los valores siguientes:

Temperatura	$\alpha$	Temperatura	$\alpha$
450° C	0,02	800	0,90
500	0,05	850	0,94
550	0,11	900	0,965
600	0,23	950	0,985
650	0,39	1000	0,993
700	0,62	1050	0,996
750	0,76		

Se encuentra una dificultad. Aunque la temperatura sea muy elevada, obteniéndose un buen rendimiento de óxido de carbono, al enfriarse los gases el equilibrio retrogradará, formándose otra vez anhídrido carbónico. El ideal, para aprovechar todas las calorías del combustible, sería consumir el gas pobre inmediatamente, haciéndolo arder antes que tenga tiempo de enfriarse; pero como esto no es siempre posible, será conveniente entonces formarlo a temperatura muy elevada y enfriarlo rapidísimamente para que, sin haber tiempo de llegar al nuevo equilibrio, se llegue a una temperatura suficientemente baja para que la velocidad de transformación resulte casi nula. Mediante esta sorpresa se logrará obtener un gas pobre mucho más rico que si se deja enfriar lentamente.

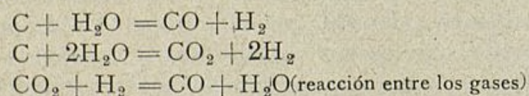
Pudiera parecer que, como la transformación del anhídrido carbónico en óxido de carbono es endotérmica, la reacción no puede continuar por sí sola. Mas debe tenerse en cuenta que esta reacción va precedida de la formación del anhídrido carbónico. En conjunto tienen lugar sucesivamente las dos reacciones



desprendiéndose en junto 58320 calorías, que son más que suficientes para mantener la temperatura necesaria, ya que a 1000° C. el rendimiento en CO es casi total, pues solamente queda un 7 por mil de CO<sub>2</sub>.

\*\*\*

Si pasamos ahora a la obtención del *gas de agua* que resulta de la acción del vapor de agua sobre el carbón incandescente, las principales reacciones que tienen lugar son:



El gas de agua tiene como constituyentes combustibles el hidrógeno y el óxido de carbono, y por tanto conviene aumentar su cantidad para que proporcione más calorías. También se emplea como reductor, siendo este efecto debido a dichos dos gases combustibles. Cuando interesa sólo el hidró-

geno, se le debe separar de los demás gases, siendo esta separación relativamente sencilla en lo que atañe al vapor de agua y al anhídrido carbónico, ya que el primero se condensa al enfriar y el segundo es fácil de absorber por los álcalis. En cambio la separación del hidrógeno y del óxido de carbono presenta ciertas dificultades. Esto nos dice que cuando interesa sólo el hidrógeno convendrá producir la menor cantidad posible de óxido de carbono.

Fijémonos ahora en la tercera de las reacciones últimamente expuestas, o sea en la correspondiente a la fase gaseosa. Como el número de moléculas no varía, la presión no puede influir en el valor de la constante de equilibrio y se tiene la *ecuación de HORSTMANN*:

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}$$

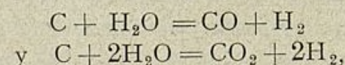
En cuanto al calor desprendido, será fácil calcularlo del siguiente modo:

Calor de formación de CO <sub>2</sub> ...	97200 cal.
» » » » H <sub>2</sub> ...	0 »
	97200 cal.
Calor de formación de CO ...	29160 cal.
» » » » H <sub>2</sub> O ...	58060 »
	87220 »
	- 97200 »
	= - 9980 cal.

Es decir, que tiene lugar la reacción directa con absorción de 9980 calorías, siendo, por tanto, endotérmica. El aumento de temperatura favorecerá esta transformación, aumentando el valor de K. HAHN ha encontrado, en efecto, para K, valores que crecen con la temperatura:

Temperatura ...	686 ...	786 ...	886 ...	986 ...	1005 ...	1086° C
K ...	0,522 ...	0,851 ...	1,170 ...	1,570 ...	1,650 ...	2,002

Antes de estudiar cómo varían las cantidades de óxido de carbono y vapor de agua por un lado, y las de anhídrido carbónico e hidrógeno por otro, el cociente de cuyos productos respectivos determina la constante K, veamos si la formación del gas de agua puede proseguirse una vez iniciada, como la combustión y la obtención del gas pobre. Las reacciones que tienen lugar en contacto de la masa de carbón, son las dos primeras,

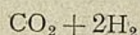


y vamos a calcular las calorías que en una y otra se desprenden:

1a	
Calor de formación de CO ...	29160 cal.
» » » » H <sub>2</sub> O	-58060 »
	-28900 cal.
2a	
Calor de formación de CO <sub>2</sub> ...	97200 cal.
» » » » 2H <sub>2</sub> O	-116120 »
	- 18920 cal.



Siendo las dos reacciones endotérmicas, pronto se enfría la masa y la reacción cesa. Es, pues, necesario calentar para producirlo. Además la reacción que conviene cuando el gas de agua se ha de aplicar como combustible es la primera, porque se obtiene la mezcla  $\text{CO} + \text{H}_2$  completamente combustible; y como precisamente la primera reacción es más endotérmica que la segunda, requerirá temperatura más elevada para producirse. En efecto, a partir de la temperatura de  $600^\circ$  se inicia la segunda de las reacciones indicadas, produciéndose un gas que contiene además de los gases correspondientes a

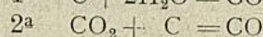
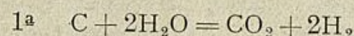


una gran cantidad de vapor de agua no descompuesto, que alcanza más del 90 %, y que se condensa al enfriarse la mezcla gaseosa, quedando entonces un gas con doble volumen de hidrógeno que de anhídrido carbónico. A medida que se eleva más la temperatura tiene lugar la reacción primera, cada vez en más proporción, y se va reduciendo la segunda, y a partir de unos  $1000^\circ \text{C}$ . ya la segunda reacción es casi despreciable, pues el volumen de anhídrido carbónico no alcanza al 2 % del volumen total, y el gas obtenido se compone de volúmenes casi iguales de hidrógeno y óxido de carbono. Además, a la temperatura de  $1000^\circ \text{C}$ . sólo escapa a la reacción un 6 % de agua, y a  $1125^\circ$  escapa menos, de un 1 %. Estos datos están tomados de los ensayos de BUNTE y HARRIES, que se resumen en el siguiente cuadro:

Temperatura	Composición del gas de agua en volumen			Vapor de agua	
	Hidrógeno %	Óxido carbónico %	Anhídrido carbónico %	Descompuesto %	Sin descomponer %
$674^\circ \text{C}$	65,2	4,9	29,8	8,8	91,2
758	65,2	7,8	27,0	25,3	74,7
838	62,4	13,1	24,5	34,7	65,3
861	59,9	18,1	21,9	48,2	51,8
954	53,3	39,3	6,8	70,2	27,2
1010	48,8	49,7	1,5	94,0	6,0
1060	50,7	48,0	1,3	93,0	7,0
1125	50,9	48,5	0,6	99,4	0,6

La temperatura conveniente para formar el gas de agua es, pues, de unos  $1000^\circ \text{C}$ ., y esta temperatura tiene que sostenerse artificialmente. Es difícil alcanzarla colocando el carbón en una retorta calentada exteriormente y haciendo llegar a su interior el vapor de agua, y por esta circunstancia fracasó este método, que sería el más sencillo. El procedimiento práctico fué encontrado por FAYES en 1859, y consiste en hacer funcionar el horno o generador en dos fases: en la primera se inyecta aire, y la combustión da el calor necesario para poner el carbón al rojo blanco; entonces se interrumpe la entrada de aire y se hace llegar el vapor, prosiguiendo su acción hasta que la temperatura es demasiado baja y el gas producido contiene demasiado anhídrido carbónico. Al llegar a este punto hay que volver a la primera fase.

También hay que tener en cuenta, en la producción del gas de agua, que al llegar el vapor reacciona primero con poco carbón, según la ecuación segunda, y que es necesario mantener los gases el tiempo necesario para que el anhídrido carbónico se transforme en óxido de carbono; es decir, que el vapor no debe pasar muy deprisa por el carbón al rojo. Estos hechos se interpretan mejor, suponiendo que la reacción tiene lugar en las dos etapas siguientes:



Entonces la proporción entre el óxido de carbono y el anhídrido carbónico estaría regida por los resultados de BOUDOUARD, que hemos expuesto al tratar del gas pobre, los cuales también indican que para obtener mayor proporción de óxido de carbono se requiere temperatura elevada.

Volvamos ahora a la ecuación de equilibrio entre gases:

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}$$

y como a medida que crece la temperatura crece el valor de K mucho más lentamente que la relación  $\frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]}$ , tendrá que disminuir el cociente  $\frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2]}$ , y por tanto disminuirá la proporción de  $\text{H}_2\text{O}$  y aumentará la de hidrógeno, que es precisamente lo que se desea. Es fácil ver cómo pueden deducirse los números encontrados por BUNTE y HARRIES a partir de los datos de BOUDOUARD y HAHN y de la ecuación de HORSTMANN. Por ejemplo, a  $1000^\circ$ , la relación, en volumen,  $\frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}] + [\text{CO}_2]} = \alpha$ , vale 0,993,

$$\text{y como } \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

se tiene

$$\frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]} = \frac{0,993}{0,007} = 142$$

A la misma temperatura la constante K de HORSTMANN, según los datos de HAHN, vale 1,63, de modo que

$$1,63 = 142 \times \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2]}$$

de donde se deduce que  $\frac{[\text{H}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 87$ .

Suponiendo que los números de BUNTE y HARRIES se refieran a volúmenes, como desde luego es así en las proporciones de los gases que forman el gas de agua, podrá establecerse la proporción, para obtener el tanto por ciento de vapor de agua descompuesto

$$\frac{[\text{H}_2]}{[\text{H}_2\text{O}] + [\text{H}_2]} = \frac{87}{88} = \frac{x}{100}$$

de donde

$$x = 98,9 \%$$



Se obtienen de este modo rendimientos algo superiores a los hallados experimentalmente.

\*\*\*

Aunque con lo apuntado puede el lector formarse una idea clara de los fenómenos que estudiamos, vamos a tratar otros aspectos de la cuestión planteada, que pueden tener bastante interés. Hemos supuesto que en cada una de las transformaciones anotadas hay un desprendimiento o absorción de calor que es siempre el mismo; y, sin embargo, esta suposición no es completamente exacta, pues el calor desprendido varía con la temperatura a que se efectúa la transformación. Los datos termoquímicos indicados están tomados como si las reacciones tuviesen lugar a la temperatura de 15° C. También es interesante tener en cuenta la función matemática que relaciona la temperatura y el calor desprendido con la constante de equilibrio. Al variar la temperatura se pasa de un estado de equilibrio a otro. Se demuestra en Termodinámica, al estudiar el segundo principio, que si para un aumento muy pequeño de temperatura  $dT$  la energía liberada que mide el valor de la afinidad, y que está constituida generalmente por el calor desprendido más el calor empleado en calentar, debido a la variación de la capacidad calorífica del sistema, más el trabajo mecánico producido (medido en calorías), pasa de  $A$  a  $A + dA$ , de modo que  $\frac{dA}{dT}$  es el aumento de energía libre por aumento de un grado en la temperatura (a volumen constante), «el calor desprendido en el proceso es igual al producto de la temperatura absoluta por el aumento de energía liberada al subir un grado la temperatura». Es decir, que

$$Q = T \frac{dA}{dT}$$

que es la fórmula de GIBBS-HELMHOLTZ. Como esta fórmula no es más que la aplicación del principio de Carnot a los fenómenos químicos, se puede demostrar, análogamente a este principio, o sea deduciéndola para los gases perfectos, y recurriendo luego a la imposibilidad del *perpetuum mobile* de segunda especie. Mas como debemos suponer que el lector conoce el mecanismo de esta demostración, nos limitamos a recordar el principio de Carnot indicado por la igualdad  $\frac{dQ}{Q} = \frac{dT}{T}$ , del cual se deduce inmediatamente la fórmula de GIBBS-HELMHOLTZ. Más importancia tiene para el objeto que nos proponemos explicar algún caso de aplicación numérica.

Al pasar de un estado de equilibrio a otro, en el caso de reacciones entre gases, la constante de equilibrio

$$K = \frac{[P]^x \cdot [Q]^y \dots}{[A]^m \cdot [B]^n \dots}$$

pasa de un valor  $K_1$  a otro  $K_2$ . Si la temperatura

varía indefinidamente poco, puede aplicarse la fórmula del trabajo para las expansiones isotérmicas

$$T = \int_{v_1}^{v_2} p dv = RT \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v} = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = RT \ln \frac{p_1}{p_2} = -RT \ln \frac{p_2}{p_1} = -RT \ln K$$

Si este trabajo se mide en calorías grandes y se toma como masa un número de kilogramos igual al peso molecular del gas, la constante  $R$  vale aproximadamente 2, y lo mismo cuando se toman calorías pequeñas y la masa es el peso molecular expresado en gramos. En el caso en que se pasa de un estado de equilibrio a otro indefinidamente próximo, el valor de la energía libre expresada en calorías será la diferencial de la expresión anterior, o sea

$$dA = -2Td(l.K)$$

y substituído este valor en la fórmula de GIBBS-HELMHOLTZ, se obtiene:

$$Q = -2T^2 \frac{d(l.K)}{dT}$$

Para variaciones no muy grandes de temperatura se puede suponer que el calor de reacción  $Q$  es constante, y entonces de

$$d(l.K) = -\frac{Q}{2} \frac{dT}{T^2}$$

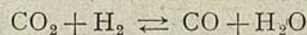
se obtiene por integración

$$l.K_2 = l.K_1 + 0,5Q \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

y en logaritmos vulgares

$$\log. K_2 = \log. K_1 + 0,217Q \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Por ejemplo: en el equilibrio del gas de agua



a la temperatura de 686° C. supongamos que la reacción directa absorbe unas 8500 (1) calorías (y no 9980 como a 15° C.), y que a 786° C. el calor de reacción siga el mismo (8500 calorías). En este supuesto se podría deducir la constante  $K$  a 786° C. a partir de su valor  $K = 0,522$  a 686° C. Bastaría escribir

$$\log. K_{786^\circ C.} = \log. 0,522 + 0,217 (-8500) \left( \frac{1}{786 + 273} - \frac{1}{686 + 273} \right) = 1,907$$

de donde

$$K_{786^\circ C.} = 0,81$$

valor no muy diferente del 0,851 dado por HAHN.

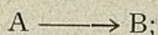
\*\*\*

(1) Después veremos que este número es demasiado elevado.

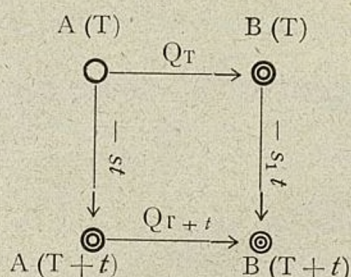


Estudiemos ahora cómo varía el calor de reacción con la temperatura. En una reacción exotérmica el calor desprendido se emplea en calentar los productos de la reacción. Sea  $s$  la capacidad calorífica del sistema antes de reaccionar, y  $s_1$  la capacidad calorífica después de la reacción;  $Q_T$  el calor desprendido en la reacción a la temperatura  $T$ ,  $t$  la elevación de temperatura y  $Q_{T+t}$  el calor de reacción a la temperatura  $T+t$ .

Si representamos la transformación por el simbolismo



pasamos del estado A, a la temperatura  $T$ , al estado B, a la temperatura  $T+t$ . El esquema indicado a continuación



muestra que para ir de A(T) a B(T+t) pueden seguirse, entre otros, dos caminos distintos: 1º Transformación  $A \rightarrow B$  a la temperatura  $T$ , y calentamiento del producto de la reacción B desde  $T$  a  $T+t$ ; y 2º, calentamiento del sistema reaccionante A desde  $T$  a  $T+t$  y reacción a la temperatura  $T+t$ . Si las transformaciones tienen lugar a volumen constante o a presión constante, las calorías desprendidas sólo dependen de los estados inicial y final; y en la práctica o se opera en vaso cerrado, es decir, a volumen constante, o en vaso abierto, y, por tanto, a la presión atmosférica, siendo aplicable en los dos casos el indicado principio de los estados inicial y final. Luego podrá establecerse una igualdad entre las calorías desprendidas en los dos caminos:

$$Q_T - s_1 t = -s t + Q_{T+t}$$

de donde

$$Q_{T+t} = Q_T + t(s - s_1).$$

Esta sencilla fórmula resuelve el problema; sin embargo su aplicación presenta otra complicación nueva. Los calores específicos de los cuerpos, y, por tanto, las capacidades caloríficas  $s$  y  $s_1$ , varían con la temperatura; será necesario conocer la ley de esta variación, y tomar para  $s$  y  $s_1$  sus valores medios entre  $T$  y  $T+t$ . En las reacciones que estamos estudiando nos interesa conocer el *calor molar* (capacidad calorífica en calorías grandes de la molécula-kilogramo o en pequeñas de la molécula-gramo) del óxido de carbono, del anhídrido carbónico y del vapor de agua, así como el *calor atómico* del carbón. Lo más cómodo es, y así se ha hecho, sentar fórmulas que den los valores me-

dios entre el cero absoluto y la temperatura absoluta  $T$ , que se considera; dichos valores son;

Calor molar del CO (y demás gases llamados permanentes).			$S_p = 6,8$
»	»	» $\text{CO}_2$ . . . . .	$S_p = 6,8 + 0,0036 T$
»	»	» $\text{H}_2\text{O}$ (vapor) . . . . .	$S_p = 8,35 - 0,00165 T$
»	»	» atómico del C (sólido) (poco aprox.)	$S = 0,0077 T$

El subíndice  $p$  indica que se han tomado los valores correspondientes al caso de presión constante, que es el más frecuente. A volumen constante habría que restar 2 calorías de los valores dados para los gases.

La diferencia  $s - s_1$  será, pues, una expresión de la forma

$$s - s_1 = \alpha + \beta T;$$

además se tendrá (si llamamos  $Q_0$  al calor de reacción en el cero absoluto)

$$Q_T = Q_0 + T(s - s_1) = Q_0 + \alpha T + \beta T^2$$

$$Q_{T+t} = Q_0 + \alpha(T+t) + \beta(T+t)^2$$

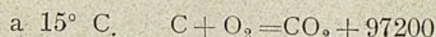
o llamando  $T' = T+t$ ,

$$Q_{T'} = Q_0 + \alpha T' + \beta T'^2$$

Si se substituye el valor  $Q_0$  en función de  $Q$  se obtiene

$$Q_{T'} = Q_T + \alpha(T' - T) + \beta(T'^2 - T^2).$$

Apliquemos esta fórmula a la combustión completa del carbón, determinando las calorías desprendidas cuando esta combustión tiene lugar a  $1000^\circ \text{C.} = 1273^\circ$  absolutos. Partiremos de que llevando los productos a  $15^\circ \text{C.} = 288^\circ$  absolutos, las calorías desprendidas por átomo son 97200:



	Cálculo de $s$	Cálculo de $s_1$
Calor atómico C.	0,0077T	Calor molar $\text{CO}_2$ $6,8 + 0,0036T$
» molar $\text{O}_2$	6,8	
$s =$	$6,8 + 0,0077T$	
$-s_1 =$	$-6,8 - 0,0036T$	
$s - s_1 =$	$+0,0041T$	
$\alpha = 0$		$\beta = 0,0041$

Luego

$$Q_{1273^\circ \text{ abs.}} = 97200 + 0,0041(1273^2 - 288^2) = 103500 \text{ calorías.}$$

Este número se refiere, en calorías grandes, a 12 kilogramos de carbón; para cada kilogramo resultarían unas 8630 calorías. En la práctica no se aprovechan todas estas calorías porque los productos reaccionantes entran fríos en el hogar, y salen al exterior a temperatura poco elevada, y ya hemos dicho que el calor desprendido depende sólo de los estados inicial y final.

En la utilización del gas pobre y del gas de agua suele haber tres etapas: reacción en el gasógeno, enfriamiento en los lavaderos o scrubbers del gas producido, y utilización de este gas frío como combustible. La segunda etapa produce una baja en el rendimiento térmico, y son muchas las



industrias que utilizan el gas pobre a su salida del gasógeno, obteniendo así mayor número de calorías y, por tanto, temperatura más elevada. Esta elevación de temperatura será todavía mayor si el aire que ha de alimentar la combustión del gas se calienta previamente aprovechando el calor de los gases al salir del horno mediante los recuperadores de calor. Al hacer arder el gas pobre inmediatamente después de salir del gasógeno, se aprovechan no sólo las calorías desprendidas al arder el óxido de carbono, sino también las que resultaron al arder el carbón, dando óxido de carbono, ya que éstas se encuentran en el mismo gas que las ha absorbido para elevar su temperatura.

\*\*\*

La variación del calor de reacción con la temperatura en la transformación  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ , se establecerá así:

Cálculo de  $s$

$$\text{Calor molar de } \text{CO}_2 \dots S_p = 6,8 + 0,0036T$$

$$\text{» » » } \text{H}_2 \dots S_p = 6,8$$

$$s = 13,6 + 0,0036T$$

$$-s_1 = -15,15 + 0,00165T$$

$$s - s_1 = -1,55 + 0,00525T$$

Cálculo de  $s_1$

$$\text{Calor molar de } \text{CO} \dots S_p = 6,8$$

$$\text{» » » } \text{H}_2\text{O} \dots S_p = 8,35 - 0,00165T$$

$$s_1 = 15,15 - 0,00165T$$

$$\alpha = -1,55 \quad \beta = 0,00525$$

El calor de reacción a  $786^\circ \text{C.} = 1059^\circ \text{abs.}$  será

$$Q_{1059^\circ (\text{abs.})} = -9980 - 1,55(1059 - 288) + 0,00525(1059^2 - 288^2) = -5725 \text{ calorías.}$$

La variación del calor de reacción con la temperatura es, en este caso, muy rápida.

\*\*\*

Vamos a deducir una fórmula para calcular la constante de equilibrio teniendo en cuenta la variación de  $Q$ . Bastará en la fórmula

$$d(l, K) = -\frac{Q}{2} \frac{dT}{T^2}$$

tener en cuenta que

$$Q = Q_0 + \alpha T + \beta T^2$$

y resultará

$$d(l, K) = -\frac{Q_0}{2} \frac{dT}{T^2} - \frac{\alpha}{2} \frac{dT}{T} - \frac{\beta}{2} dT$$

cuya integración da

$$l, K_2 = l, K_1 + 0,5Q_0 \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) - 0,5\alpha l \cdot \frac{T_2}{T_1} - 0,5\beta (T_2 - T_1)$$

o en logaritmos vulgares

$$\log. K_2 = \log. K_1 + 0,217 \left[ Q_0 \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) - 2,3\alpha \log. \frac{T_2}{T_1} - \beta (T_2 - T_1) \right]$$

Para aplicar esta fórmula es necesario conocer el valor  $Q$  a una temperatura cualquiera  $T$ , así como  $s - s_1 = \alpha T + \beta T^2$ , de donde se deducirá primero

$$Q_0 = Q - \alpha T - \beta T^2$$

y después los valores  $Q_0$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  se substituyen en la expresión de  $\log. K_2$ . En el caso de la reacción entre gases en el gas de agua (reacción de HORSTMANN), conocemos  $Q = -9980$  a  $15^\circ \text{C.} = 288^\circ \text{abs.}$  absolutos, así como  $\alpha = -1,55$  y  $\beta = 0,00525$  (aproximadamente); se deduce que en el cero absoluto

$$Q_0 = 10000$$

y partiendo de  $T_1 = 786 + 273$  para cuya temperatura halló HAHN que  $K_1 = 0,851$ , se encuentra a  $1000 + 273$  grados absolutos, aplicando la fórmula,  $K_2 = 1,48$ , en lugar de  $1,63$  que encontró HAHN.

\*\*\*

Prescindimos de otros aspectos físico-químicos bajo los cuales pueden todavía tratarse los fenómenos de combustión. Nuestro objeto ha sido incubar en la mente del lector, la idea de que el estudio científico de estos fenómenos puede fijar en cada caso las condiciones óptimas, y aun permite ciertos cálculos que, si no del todo exactos, por falta de datos precisos, constituyen una preciosa orientación. No sólo los fenómenos de combustión son los que pueden estudiarse científicamente; métodos iguales o muy parecidos pueden aplicarse al estudio de todas las industrias químicas; y es así como éstas van saliendo del campo del empirismo y entrando en el verdadero campo científico, en el cual, según expresión de lord KELVIN, solamente un fenómeno es conocido cuando puede expresarse en números. Si se considera el tiempo que necesita un *práctico* para llegar a conclusiones precisas, y el dinero y energías que antes de llegar a ellas tienen que malgastarse, y se comparan con la seguridad y rapidez con que el *teórico* deduce las condiciones exactas de la fabricación, si tiene la *preparación científica* necesaria (que es innegable en los ingenieros y doctores españoles), se comprenderá que al estancamiento de la industria española no sólo contribuyeron razones de índole económica, sino también el que los elementos capitalistas que las fundaron y dirigieron confiaron demasiado en la práctica, y desdeñaron y apartaron de sus fábricas a los verdaderos técnicos. Aunque en menos escala, en otras naciones se padeció el mismo error; la guerra, con todos sus horrores, les enseñó que solamente la asociación del técnico nacional con el industrial capitalista podría salvarles. Escarmentemos en cabeza ajena, y aprovechemos las enseñanzas de los otros, si queremos obtener el beneficio de la paz. De lo contrario, nuestra paz será la de los muertos.

JOSE MAÑAS.



# Ensayo microscópico de los papeles fotográficos

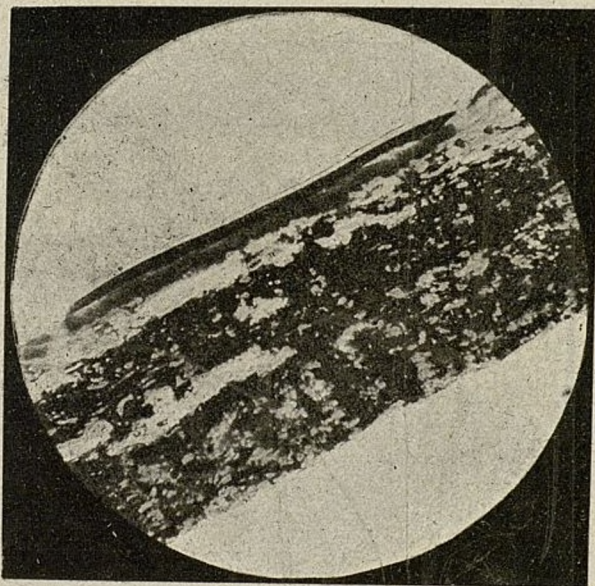
Comunicación presentada por nuestro compañero y consocio D. Rafael Garriga y Roca  
en el VI Congreso Internacional de Fotografía últimamente celebrado en París

En la práctica nos encontramos con frecuencia en la necesidad de conocer la constitución cualitativa y hasta cuantitativa de ciertos papeles fotográficos. Se desea saber, por ejemplo, si un cierto papel está gelatinado o no, si está fabricado sobre papel directo (sin baritado) o sobre papel baritado, si la capa de emulsión es muy gruesa o muy delgada, si la permeabilidad del baritado es suficiente o no lo es, etc.

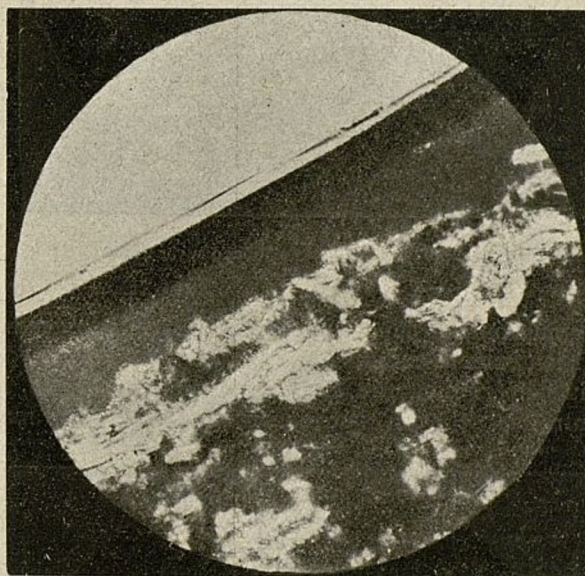
Hasta ahora estos problemas habían sido de

hemos valido del microtomo de mano, tipo utilizado en los trabajos de botánica.

Se oprime el papel entre dos pedazos de medula de saúco (podría utilizarse también el corcho) y se hacen secciones transversales muy delgadas, empezando siempre el corte por el lado de la emulsión. El filamento obtenido es colocado sobre un portaobjetos, se le vierte una gota de glicerina y con la punta de una aguja se extiende y deja plano, se cubre con el cubreobjetos y se parafina. La



Cartón bromuro brillante gelatinado,  $\times 70$



Cartón bromuro brillante gelatinado,  $\times 250$

muy difícil resolución. La determinación, por ejemplo, de la cantidad de gelatina por metro cuadrado de superficie gelatinada de un papel determinado, hecha según el método de Kjeldahl, es muy larga; porque se ha de quemar todo el papel o cartón soporte, y se encuentran confundidas la gelatina de la emulsión, la del baritado y la del gelatinado superficial, si el papel está gelatinado. Las causas de error son, por lo tanto, muy notables, y, prácticamente, las indicaciones obtenidas carecen de valor.

Creemos que un considerable número de problemas podría encontrar muy rápida y práctica solución mediante una observación sistemática de los cortes transversales del papel, hecha mediante el microscopio; de este modo se logran no sólo indicaciones cualitativas, sino valores numéricos de gran interés en la práctica.

El material que nosotros hemos empleado en estos ensayos, no puede ser más sencillo: para la obtención de secciones transversales de los papeles nos

glicerina sirve de medio clarificante físico. Las secciones deben ser lo más delgadas posible.

A veces el papel está muy seco, y si la sección es muy delgada se llegan a observar las fibras del papel desprendidas de la capa de barita.

La preparación está entonces lista para el examen microscópico. En general, una amplificación de 250 diámetros es la más conveniente y da suficiente idea del conjunto, permitiendo a la vez, hacer medidas para tomar valores medios. Si se usan amplificaciones mayores se obtienen más detalles, pero resultan errores mayores, porque la zona de observación se hace muy pequeña, y es sabido que ni el baritado ni el emulsionado son uniformes en los papeles mate y semimats. Por lo tanto, recomendamos que se hagan siempre y sistemáticamente, fotografías de 250 diámetros de aumento.

Las fotografías adjuntas están hechas con placas diapositivas Agfa, con la luz de una lámpara de



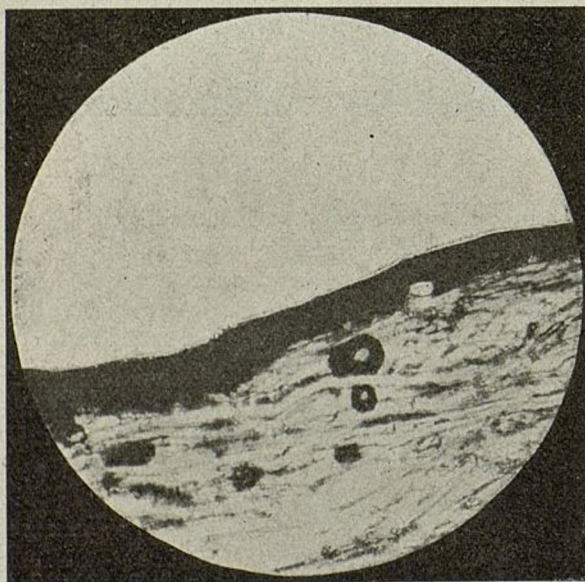
$\frac{1}{2}$ vatio, sin filtro, revelando a fondo en un baño de glicina, con copias en papel clorobromuro.

En estas copias se pueden observar los espesores, estudiar las estructuras, etc. Por una simple observación se puede, por ejemplo, ver si la capa de barita tiene el espesor suficiente para aislar bien



Papel bromuro brillante gelatinado cuyas fibras se han desprendido,  $\times 250$

la emulsión del papel soporte. Si el baritado estaba suficientemente endurecido, la capa de barita y la de emulsión presentarán una separación neta; de lo contrario, se verá que la emulsión penetra más



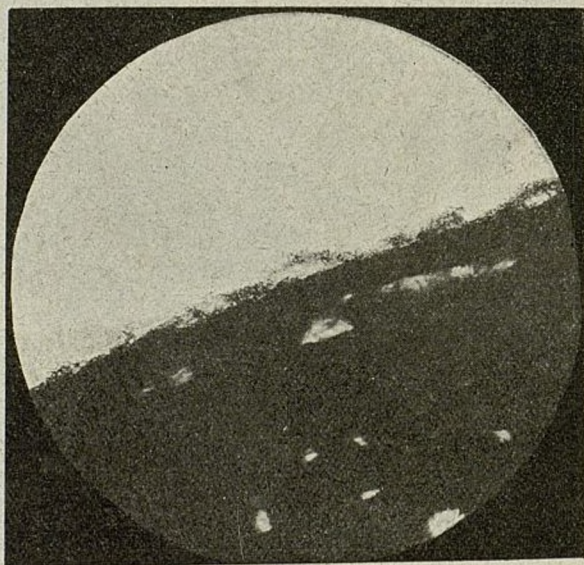
Papel para documentos tipo Kontophot sin capa de barita  $\times 250$

o menos en la capa de barita, y si ésta es muy fina llegará aquélla a estar en contacto directo con las fibras del papel. En este caso se puede prever ya una mala conservación del papel fotográfico, si el soporte no es de excelente calidad.

En ciertos papeles del comercio se ha extendido sobre la capa emulsionada sensible una delgada capa de gelatina, que tiene como objeto evitar la formación de velo de fricción y dar, al mismo tiempo, a las imágenes, más profundidad de tintas. Esta capa es muy visible por la línea de separación entre la gelatina y el medio, que tiene otro índice de refracción.

En los papeles directos (o papeles no baritados), como son, por ejemplo, los papeles para documentos (Kontophot, etc.), se observa muy bien la falta de baritado. En los papeles especiales de lujo a veces se hace un baritado en capa muy delgada, para que no se disipe la estructura del papel bruto: esto se observa muy bien con el microscopio.

Las observaciones que se pueden efectuar con estos ensayos no tienen sólo un valor cualitativo: se pueden deducir, también, los valores aproximados del peso por metro cuadrado de cada capa. A este



Cartón baritado mate liso,  $\times 250$

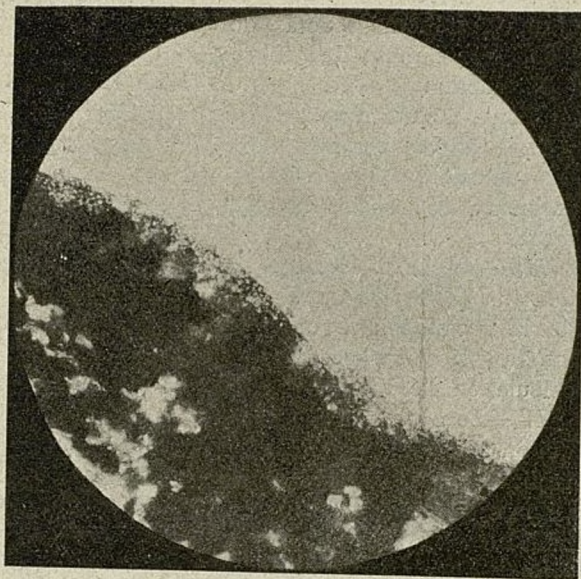
respecto sólo podemos dar valores que son una primera aproximación, siendo necesarios estudios complementarios para llegar a valores más exactos. No obstante, podemos inmediatamente sacar consecuencias interesantes mediante la comparación de diversos papeles examinados con respecto de otro que nos sea bien conocido.

Una causa de error que pueden presentar las determinaciones cuantitativas, es que las diversas capas de gelatina, emulsión sensible y barita, pueden hincharse algo en la glicerina, con un creimiento no sólo proporcional a la cantidad de gelatina de cada capa, sino también función de grado de endurecimiento de cada una de ellas. Así sucederá, a veces, que dos papeles con la misma cantidad de gelatina en la emulsión, por metro cuadrado, darán en los ensayos capas de espesores diferentes, que nos inducirán a considerar erróneamente cantidades diferentes de gelatina en cada uno de ellos.

De los ensayos que hemos hecho parece deducirse



que las diferencias de crecimiento son muy pequeñas y que sólo pueden acarrear errores sin importancia. Creemos que en la práctica, por lo general,



Cartón baritado mate tela,  $\times 250$

es suficiente el grado de exactitud de este procedimiento.

Con los ensayos y determinaciones que nosotros

hemos hecho, se podrían fijar, como primera aproximación, los valores siguientes:

Baritado, 3 gr. de materia por metro cuadrado de capa de 1  $\mu$  de espesor.

Emulsión, 0'3 gr. de gelatina por metro cuadrado de capa de 1  $\mu$  de espesor.

Gelatinado, 5'2 gr. de gelatina por metro cuadrado de capa de 1  $\mu$  de espesor.

Para fijar estos valores se han tomado los pesos por metro cuadrado dados por los registros de fabricación; con cuyos pesos se ha hecho el cálculo del peso que en cada papel corresponde a cada  $\mu$  del espesor hallado mediante el microscopio.

Dado un papel, se puede calcular el peso por metro cuadrado, tomando el número  $\mu$  del espesor y multiplicándolo por el valor que hemos fijado por el peso por 1  $\mu$ .

Si la separación entre la emulsión y el baritado, o entre el baritado y el papel, no es neta, se tomará para el cálculo una línea media como línea de separación.

Creemos que este procedimiento, que todavía necesita ensayos ulteriores respecto al punto de vista cuantitativo, puede ser muy útil en la resolución de un gran número de problemas de orden práctico en el estudio de los papeles fotográficos y aun de los papeles baritados.

He de agradecer al señor J. de Sagarra su colaboración en los ensayos prácticos.

## CRÓNICA DE LA AGRUPACIÓN

### Junta Directiva y Comisión de Publicaciones para el ejercicio 1925-26

Han quedado constituidas en la forma que a continuación se indica:

#### Junta Directiva para el ejercicio 1925-1926

Presidente, D. Andrés Oliva Lacoma.  
Vicepresidente 1º, D. Luis Bosch-Labrús Blat.  
Vicepresidente 2º, D. Antonio Ferrán Degrie.  
Tesorero, D. Enrique Monrós Nacente.  
Contador, D. Emilio Gutiérrez Díaz.  
Bibliotecario, D. Alejandro Homdedeu Debaux.  
Secretario, D. Manuel Escudé Molist.  
Vicesecretario 1º, D. Juan Masó Bulbena.  
Vicesecretario 2º, D. José I. Mirabet Matheu.  
Vocales, D. Francisco Ordeig Valls.  
» » Miguel Canals Pont.  
» » Antidio Layret Foix.  
» » Ramón Rahola Pou.  
» » Porvenir Ayerbe Lloberas.  
» » Miguel de Luna Pérez.  
» » José Serrat Bonastre.  
» » Rafael Garriga Roca.  
» » Juan Gelpí Blanco.

Vocales, D. Carlos Pí Sunyer.

» » Pedro Vallcorba Sánchez.

» » Pelayo Vidal de Llobatera.

#### Comisión de publicaciones

Presidente, D. Andrés Oliva Lacoma.

Secretario, D. José I. Mirabet Matheu.

Vocales, D. Enrique Posa Vilarasau.

» » José Serrat Bonastre.

» » Juan K'amburg Franco.

» » Salvador Filella Bragós.

» » Carlos Pí Suñer.

» » Pelayo Vidal de Llobatera.

### Junta general del día 28 noviembre último

Aprobó dicha junta, por unanimidad, las cuentas del ejercicio social que terminó el 31 de Octubre, y el proyecto de presupuestos para el ejercicio 1925-1926, cuyos documentos copiamos extractados, a continuación. Acordó asimismo que las Secciones procedan a formar nuevas listas de asociados dispuestos a intervenir como peritos en los casos en que la Asociación sea requerida a nombrarlos.



*Cuentas del ejercicio 1924-1925, cerradas el día  
31 de octubre de 1925*

<b>Ingresos</b>	
I.—Resultas:	Pesetas
Saldo del ejercicio anterior . . . . .	766,50
Cuotas sociales . . . . .	3577,00
II.—Cuotas mensuales . . . . .	43316,00
III.—Cuotas de entrada . . . . .	450
IV.—Alquiler de aparatos . . . . .	517
V.—Maestros de obras . . . . .	198
VI.—Ventas . . . . .	172
VII.—Vallas . . . . .	7000
	<u>55996,50</u>

<b>Gastos</b>	
I.—Resultas . . . . .	2514,90
II.—Edificio social . . . . .	13938,50
III.—Junta superior . . . . .	1661,50
IV.—Local . . . . .	15092,60
V.—Secretaría . . . . .	7265,90
VI.—Revista . . . . .	2864,85
VII.—Biblioteca . . . . .	5827,10
VIII.—Secciones . . . . .	505,50
IX.—Imprevistos y traslado . . . . .	<u>5668,65</u>
	<u>55339,50</u>

**RESUMEN**

Importan los cobros . . . . .	55.996,50	pesetas
Importan los pagos . . . . .	<u>55.339,50</u>	»
Saldo en caja . . . . .	<u>657,00</u>	»

*Proyecto de presupuestos para el ejercicio  
1925-1926*

<b>Ingresos</b>	
<i>I.—Resultas</i>	
Saldo de caja en fin ejercicio anterior . . . . .	657,00
Saldo c/c Banco di Roma . . . . .	164,95
Maestros Obras, cuota Octubre . . . . .	18,00
Cuotas pendientes de cobro . . . . .	4694,50
	<u>5534,45</u>
<i>II.—Cuotas mensuales</i>	
430 socios titulares residentes, a 90 pesetas . . . . .	38700
72 socios titulares ausentes, a 78 pesetas . . . . .	5616
55 miembros asociados, a 90 pesetas . . . . .	4950
275 escolares, a 275 pesetas mensuales durante 9 meses . . . . .	2475
	<u>51741</u>
<i>III.—Cuotas de entrada</i>	
Calculado por este concepto . . . . .	450
<i>IV.—Alquiler de aparatos</i>	
Calculado por este concepto . . . . .	500
<i>V.—Maestros de Obras</i>	
12 cuotas a 18 pesetas . . . . .	216
<i>VI.—Ventas</i>	
Ventas de TÉCNICA . . . . .	50
Total presupuestado . . . . .	<u>58.491,45</u>

**Gastos**

<i>I.—Resultas</i>		Pesetas
A Junta Superior, cuotas de Julio a Octubre . . . . .	770,15	
A Junta Autónoma, cuotas de 2,50, pendientes de cobro (634 cuotas) . . . . .	1585,00	
A teléfono, 4º trimestre 1925 . . . . .	93,75	2448,90
<i>II.—Edificio social</i>		
6684 cuotas de 2,50 pesetas a recaudar, 557 socios por 12 meses . . . . .		16710
<i>III.—Junta superior</i>		
Cuota fija (200 ptas. más 1/12 de la recaudación por cuotas de socios titulares, que se calcula en 44316 ptas.) . . . . .		3893
<i>IV.—Local</i>		
Alquiler a la Junta Autónoma . . . . .	6600	
Alumbrado . . . . .	1500	
Teléfono . . . . .	375	
Limpieza . . . . .	600	
Varios (uniformes, reparaciones, pequeños gastos) . . . . .	1000	
Conserje (250 × 13) . . . . .	3250	
Auxiliar (200 × 13) . . . . .	2600	15925
<i>V.—Secretaría</i>		
Impresos . . . . .	1500	
Pequeños gastos . . . . .	700	
Franqueo . . . . .	700	
Oficial (250 × 13) . . . . .	3250	
Cobrador (60 × 13 más com.) . . . . .	1500	7650
<i>VI.—Revista</i>		
Subvención según contrato . . . . .	1800	
Pago de artículos y extras . . . . .	1200	
Franqueo . . . . .	200	3200
<i>VII.—Biblioteca</i>		
Suscripciones a revistas, encuadernaciones y compra de libros . . . . .	5000	
Pequeños gastos . . . . .	50	
Encargado . . . . .	1000	6500
<i>VIII.—Secciones</i>		
Premio para el concurso anual . . . . .		500
<i>IX.—Imprevistos</i>		
Comprendidos los gastos que falta realizar motivados por el traslado de local . . . . .		<u>1664,55</u>
Total presupuestado . . . . .		<u>58.491,45</u>

**Nuevos ingenieros industriales**

Durante el curso académico 1924-1925, acabaron sus estudios de ingeniero industrial, en nuestra Escuela de Barcelona, los señores siguientes:

*Relación de alumnos que han terminado la carrera durante el año de 1925*

D. Rafael Amat Carreras, don Ramón Arqué Brujas, don José M<sup>a</sup> Brillas Oliveró, don Víctor



Bultó Blajot, don Enrique Campderá Esterás, don Juan Cornet Jaumandreu, don Salvador Cots Planas, don Manuel Escatllar Bonet, don Ignacio Escudero Delgado, don Francisco Ferré Casamada, don Benito Francés Rodríguez, don Angel Gregori Malet, don Manuel Gumá Carreras, don Francisco de P. Humet y Cortés, don Salvador Illa Arderiu, don Martín Kraemer Morata, don Luis Llatas Serrat, don Rafael Manera Rovira, don Carlos Maynar Duplá, don Celso Mira Martínez-Cantullera, don Enrique Miravet Agraz, don José Muñoz Vargas, don Manuel Ordeig Gómez, don Joaquín Oria Sains, don Leopoldo Pérez Valero, don

Salvador Peydró Muñoz, don Juan Planella Albá, don José A. Pons Comas, don Eduardo Pons Doménech, don Hermen Ramos Maroto, don José Rodríguez-Roda Casanova, don Manuel Sagrera Bertrán, don José Serrat de Argila, don José M<sup>a</sup> Simó Rabascall, don José M<sup>a</sup> Sandoval Campderá, don Manuel Vilaplana Pagés, don Juan Vinyas Sabater, don Eduardo Mías Codina y don Ignacio Salat Forés.

Felicitemos a nuestros nuevos compañeros por la feliz terminación de sus estudios y les deseamos muchas prosperidades en el ejercicio de su profesión.

## BIBLIOGRAFIA

*Guía del Ingeniero Industrial*, por D. EUSEBIO MARTÍ LAMICH.—Lérida, 1925.

Nuestro distinguido compañero D. Eusebio Martí Lamich, Ingeniero Jefe de la Inspección Industrial de la provincia de Lérida, acaba de publicar una interesante recopilación indicativa de las más importantes disposiciones legales que afectan a nuestra carrera, muy especialmente por lo que se refiere a los servicios que integran las Inspecciones Provinciales de industrias que comprenden las plantillas de Fieles Contrastes de Pesas y Medidas, Verificadores de Contadores de Electricidad y de Líquidos y Gases, Ingenieros Inspectores de Automóviles y Verificadores de Taxímetros y Fieles Contrastes de Metales Preciosos, a cuyas plantillas dedica los cinco primeros capítulos, que subdivide, cada uno de ellos, en los siguientes apartados: Disposiciones generales.—Idem referentes a instalaciones, suministros de energía y tarifas.—Id. íd. a contadores y aparatos de medida.—Id. íd. a nombramientos y concursos.

Al final de los cuatro primeros capítulos se reproducen los Modelos o Formularios oficiales de uso más frecuente en dichos servicios, cuyo conocimiento interesa también a las empresas y particulares que los utilizan.

Los restantes capítulos, hasta trece que comprende, tratan de la diversidad de disposiciones publicadas con respecto a Inspección Industrial, Protección a Industrias Nacionales, Propiedad Industrial, Escuelas de Ingenieros Industriales Cuerpo Nacional, Inspección de Hacienda, Otras atribuciones de la carrera, y Varios.

Todas las citas se clasifican por orden de fechas, con número de referencia y espacio para observaciones personales y anotación de las adiciones o modificaciones que se publiquen con respecto a cada apartado.

La sola enunciación de los capítulos da idea de la utilidad del indicador y del servicio que el señor Martí Lamich presta con ello a la clase, y que nosotros, en su nombre, muy sinceramente agradecemos.

P. V.

*Manual práctico del vendedor*, por D. JOSÉ GARDÓ.—Editorial Cultura, Barcelona.

Constituye el «Manual práctico del vendedor», un completo tratado sobre la ciencia del vender, en el que su autor señor Gardó demuestra una vez más su competencia en la literatura comercial.

Estudia dicho «Manual», con todo detalle, los fundamentos científicos y psicológicos de la venta, la clasificación de los clientes, su temperamento y modo de tratarlos, los elementos de que dispone el vendedor, la organización de la venta, en fin, cuanto conviene al fin que el autor se propone.

Felicitemos al señor Gardó por su nueva obra y le animamos a proseguir en su tarea de contribuir a crear entre nosotros la literatura comercial, hasta el presente poco menos que desconocida.

*A propósito de la Memoria de la Cámara de Comercio Española, de Buenos Aires*, por D. MARCELINO GRAELL.—Barcelona, 1925.

Damos las más sinceras gracias a don Marcelino Graell, por su atención al enviarnos un ejemplar de la recopilación de artículos aparecidos en *El Financiero Hispano-Americano*, de Madrid, sobre una reciente y notabilísima «Memoria» publicada por la Cámara de Comercio Española de Buenos Aires, publicación que estudia interesantísimos problemas sobre las relaciones comerciales hispano-americanas.

La depreciación de la moneda, los transportes marítimos, el crédito, las perturbaciones sociales, la zona franca, la producción americana, la política americanista, son los títulos de otros tantos apartados de la publicación del señor Graell.

*Comisión de Combustibles*.—Madrid, 1925.

Hemos recibido, acompañada de un atento B. L. M. del General del Directorio Militar D. Luis Hermosa, un breve folleto que transcribe las disposiciones aparecidas en la *Gaceta* sobre la «Comisión del Combustible», y notas sobre su organización y plan de trabajo.



## Revista de Revistas

### Ingeniería y Construcción (Noviembre 1925)

«La producción de cemento portland en España», es el título de un notable trabajo debido a nuestro querido compañero y colaborador don Patricio Palomar Collado, Director de la Fábrica de cemento Asland de Castellar d'En Huch.

Las estadísticas corresponden al presente año de 1925 y van acompañadas de gráficos que hacen más completo e interesante el estudio.

### L'Industrie Electrique (10 Julio de 1925)

Publica un estudio relativo a la limpieza de las máquinas eléctricas, indicando los procedimientos para mantener las generatrices eléctricas en perfecto estado de conservación.

(25 de Julio de 1925)

La misma publicación dedica, en su número del 25 de Julio, unos artículos a explicar el procedimiento adoptado por la Western Union Telegraph Co para la conservación de los postes de madera.

### The Iron Age (Tomo 112, núm. 26)

Se ocupa del empleo del carbón pulverizado en el horno Martín, analizando los diversos factores que hay que tener en cuenta para poder comparar los resultados obtenidos, con los conseguidos con otros procedimientos. Es interesante cuanto se refiere al carbón pulverizado, procedimiento moderno, merced a cuya aplicación van obteniéndose notables economías en las diversas industrias en que se aplica.

Con respecto a su aplicación al horno Martín, se señalan en el artículo de cuya aparición damos cuenta, sus diversos inconvenientes, deducidos de las pruebas llevadas a cabo por la Atlántic Steel & Co durante los años 1916 a 1923, inconvenientes que provienen especialmente de la dificultad que ofrece la limpieza, conservación y reparación de los hornos y recuperadores. Tales inconvenientes han dado lugar a que la entidad mencionada haya renunciado al empleo de tal forma de carbón en los hornos citados, aun cuando continúe empleándolo en los hornos recalentadores.

Es posible que en plazo no lejano puedan quedar resueltos los inconvenientes que hoy se presentan para poder aplicar el polvo de carbón en los hornos Martín.

### Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure

En su volumen 48 estudia las turbinas hélice, analizando diversos ensayos llevados a cabo para obtener velocidades específicas y rendimientos elevados.

En el número de 29 de Agosto último publica un interesante estudio sobre los motores Diesel de gran velocidad y su aplicación a los vehículos, haciendo prever que no ha de tardar el día en que el motor Diesel sustituya al de gasolina en la impulsión de vehículos, automóviles inclusive, con notable economía, dado el más bajo precio del combustible.

Actualmente se mueven ya con tal sistema tractores agrícolas, camiones y pequeños ferrocarriles.

En el estudio que nos ocupa se presentan modelos para coche automotor «Maybach», Benz, Frey y M. A. N.

### El Progreso de la Ingeniería (Agosto de 1925)

W. Ryon describe y estudia un pequeño horno eléctrico para la fusión del metal blanco, aluminio, magnesio y sus aleaciones, y cuantos metales tengan un punto de fusión no superior a 800° y no reaccionen o reaccionen muy poco con el hierro. Con este horno se llega a la temperatura indicada, en dos horas y media.

### La Industria Metalúrgica (Septiembre de 1925)

Bajo el título de «La organización racional del trabajo y la protesta socialista», publica don José Serrat y Bonastre unas interesantes notas, cuya lectura recomendamos.

### La Nature (28 de Noviembre de 1925)

Augusto Pawlowski publica en *La Nature* unas amenas notas sobre la fuerza motriz de las olas del mar y de las mareas, haciendo especial mención de la estación de Abervrach destinada a la utilización de la fuerza de las segundas.

### Fábrica Española de Automóviles "ELIZALDE"

Turismo: 6/8—15/20—18/30 HP. (4 cilindros)  
20/30 y 50/60 HP. (8 cilindros)

Industria: 6/8 HP. para 500 kilogramos.  
15/20 HP. para 1,000 y 1,500 kilogramos.

Talleres y Despacho: Paseo S. Juan, 149 - BARCELONA





## INDICE DE MATERIAS DEL AÑO 1924

### Alumbrado

Técnica del alumbrado: Elección del foco, por José Mañas, pág. 119.

### Automovilismo

Trazado de pistas de automóviles, por Sixto Ocampo, pág. 103.

### Bibliografías

Págs. 14, 30, 48, 64, 86, 101, 118, 134, 150, 165, 195.

### Concursos de TECNICA

Págs. 79, 97, 135.

### Construcción

«La construcción económica a base de cemento y arena», por Patricio Palomar, pág. 17 y 71.  
«Coloración de hormigones y cementos», por Patricio Palomar, pág. 159.

### Correspondencias de París

Págs. 8, 41, 59.

### Crónicas de la Agrupación

Págs. 14, 28, 47, 62, 83, 96, 118, 127, 148, 163, 179, 190.

### Economía e Higiene industrial

«La fatiga en el trabajo industrial», por Manuel Escudé Bartolí, pág. 76.—«Modernas formas de pago de salarios», por Ramón Fernández Mariño, pág. 111.

### Electricidad y sus aplicaciones

«La soldadura eléctrica», por Luis Soler Serra; pág. 23.—«Modernos procedimientos de protección contra descargas atmosféricas», por Luis Soler Serra; pág. 92.

### Ferrocarriles

Inauguración del block-system automático en la línea del litoral de los ferrocarriles de M. Z. A.; pág. 6.—«La distribución Walchaerts en las locomotoras y su montaje práctico», por José Prats Tomás; pág. 36.—«Funicular de Gelida», por Jorge de Miquel; pág. 89.—«Comparación de la economía intrínseca de las locomotoras a vapor», por José Prats Tomás; pág. 153.

### Hidráulica

«Nota relativa a las tuberías forzadas», por José Galí; pág. 33.—«Una publicación importante sobre turbinas y aprovechamientos hidráulicos», por Guillermo Aris; pág. 135.—«El desarrollo de la construcción de turbinas hidráulicas en Alemania durante y después de la guerra europea», por el Dr. Otto Meyer; pág. 137.

### Informaciones industriales

Hornos de gas Tranchant y sus aplicaciones; pág. 12.—La A. E. G. en Berlín en 1922-1923; pág. 49.—Torno vertical gigante, pág. 80.—Modernos sistemas empleados por la industria suiza para los trabajos de precisión; págs. 115 y 128.

### Mecánica

«Trazado de excéntricos», por Antidio Layret; pág. 67.

### Motores

«Motores Diesel de gran potencia», por R. Marqués; pág. 49.—«Motores Diesel sin compresor», por R. Marqués; pág. 167.—«El motor Still», por Antidio Layret; pág. 183.

### Necrología

Gustavo Eiffel, pág. 14.—Don Jerónimo Bolívar, pág. 47.—Don Alfredo Ramoneda Holder, pág. 87.—Don José Playá Suñer, pág. 151.

### Ofertas y demandas

Págs. 16, 32, 65, 166, 182 y 198.

### Revista de revistas

Págs. 16, 31, 48, 63, 84, 99 y 133.

### Telegrafía sin hilos

«Procedimiento de Armstrong para la recepción de oscilaciones electro-magnéticas», por Jaime Font y Mas; pág. 1.

### Varios

«Comunicaciones interplanetarias», por Sixto Ocampo; pág. 53.—Concurso de tipos de construcción de los edificios provisionales de la Exposición de Barcelona; pág. 98.—«El petróleo en las calderas de vapor de poca potencia y régimen variable», por Rafael Garriga; pág. 188.—Congreso internacional fotográfico de París; pág. 194.



## ÍNDICE DE MATERIAS DEL AÑO 1925

### Alumbrado

«Técnica del alumbrado: su cálculo», por José Mañas; pág. 33.

### Bibliografías

Págs. 14, 31, 47, 83, 98, 115, 131, 161, 179.

### Construcción

«Comparación de las normas que para la recepción y ensayo del cemento portland se siguen en diferentes países», por Patricio Palomar; págs. 92 y 117.—«Hornos y secaderos para fábricas de ladrillos», por Juan Masó Bulbena; pág. 133.

### Correspondencias de París

Págs. 13, 44, 57, 128, 145 y 176.

### Crónicas de la Agrupación

Págs. 12, 27, 45, 63, 84, 96, 114, 127, 148, 159 y 174.

### Economía e Higiene industrial

«La organización burocrática de la industria», por José Gardó; pág. 6.—«La determinación de los precios de coste», por José Gardó; pág. 121.—«La grande y la pequeña empresa en la industria algodonera catalana», por Ferran Cuito; pág. 165.

### Ferrocarriles

«Cálculo de itinerarios: Presentación del llamado «itinerómetro», por José Prats Tomás; págs. 65 y 95.—«La tracción electro-vapor», por Jaime Font Mas; pág. 142.—«La vía inglesa y los descarrilamientos», por Víctor Lletget; pág. 157.

### Fundición

«Los métodos de manipulación mecánica aplicados en las fundiciones», por Víctor Lletget; pág. 54.

### Hidráulica

«Consecuencias de la intensidad de la presión», por José Galí; pág. 17.—«Nota relativa a los golpes de ariete», por José Galí; pág. 41.—Estudio del

diámetro económico en las tuberías forzadas de diámetro constante», por José Galí; pág. 49.—«Corrosión de ruedas motrices de turbinas hidráulicas», por Guillermo Aris; pág. 85.—Cavitación y corrosión», por el Dipl. Ing. Schilhausl-Munich; pág. 86.

### Informaciones industriales

Sobre los engranajes; pág. 10.

### Mecánica

«Normas para el trabajo en máquinas de rectificar», por Ildefonso Bosch; pág. 20.

### Motores

«El motor Diesel en la navegación fluvial», por el Dr. Ing. Paul von Schuh; pág. 101.—«Ciclo generativo en las turbinas», por Francisco Torra; pág. 138.

### Necrología

El Excmo. Sr. Marqués de Comillas; pág. 84.

### Ofertas y demandas

Págs. 16, 32, 131 y 164.

### Revista de revistas

Págs. 15, 46, 63, 99, 129 y 164.

### Varios

La libertad de enseñanza y la enseñanza técnica; pág. 1.—«El papel soporte fotográfico», por R. Garriga; pág. 3.—«Un caso concreto de inspección industrial», por Patricio Palomar; pág. 43.—Concurso anual de 1925; págs. 100, 116 y 132.—Documentación internacional relacionada con la química pura y aplicada; pág. 112.—Congreso internacional de fotografía; pág. 126.—El radium en Placer de Guadalupe, Chihuahua; pág. 139.—«Procedimientos modernos para la reproducción de planos», por Rafael Garriga; pág. 149.—«Congreso internacional de la Prensa técnica de París», por J. M. España; pág. 178.

**TÉCNICA** desea a sus lectores y anunciantes, felices

Navidades y próspero Año Nuevo.

Diciembre de 1925