

17. Esta corrección se sumará algebraicamente a la temperatura observada  $t^{\circ}$  a la presión  $p$ .

TABLA DE CORRECCIONES CALCULADAS POR LA FÓRMULA DE SYDNEY-YOUNG.

Intervalo de temperaturas. $t^{\circ}$	Corrección por cada 10 mm. de mercurio de diferencia entre 760 mm. y la presión $p$ a que se opere. $c^{\circ}$
10-30	0,35
30 50	0,38
50 70	0,40
70-90	0,42
90 110	0,45
110-130	0,47
130 150	0,50
150 170	0,52
170-190	0,54
190 210	0,57
210-230	0,59
230 250	0,62
250 270	0,64
270-290	0,66
290 310	0,69
310-330	0,71
330-350	0,74
350 370	0,76
370-390	0,78
390-410	0,81

CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA INICIAL

18. Si la temperatura observada a los dos minutos de iniciado el ensayo es inferior a  $21^{\circ}$  o superior a  $27^{\circ}$  y la temperatura inicial de destilación es inferior a  $66^{\circ}$ , se comete un error mínimo de  $1/3$  de la diferencia entre la temperatura observada y  $24^{\circ}$ , debiendo corregirse entonces la temperatura inicial por la fórmula

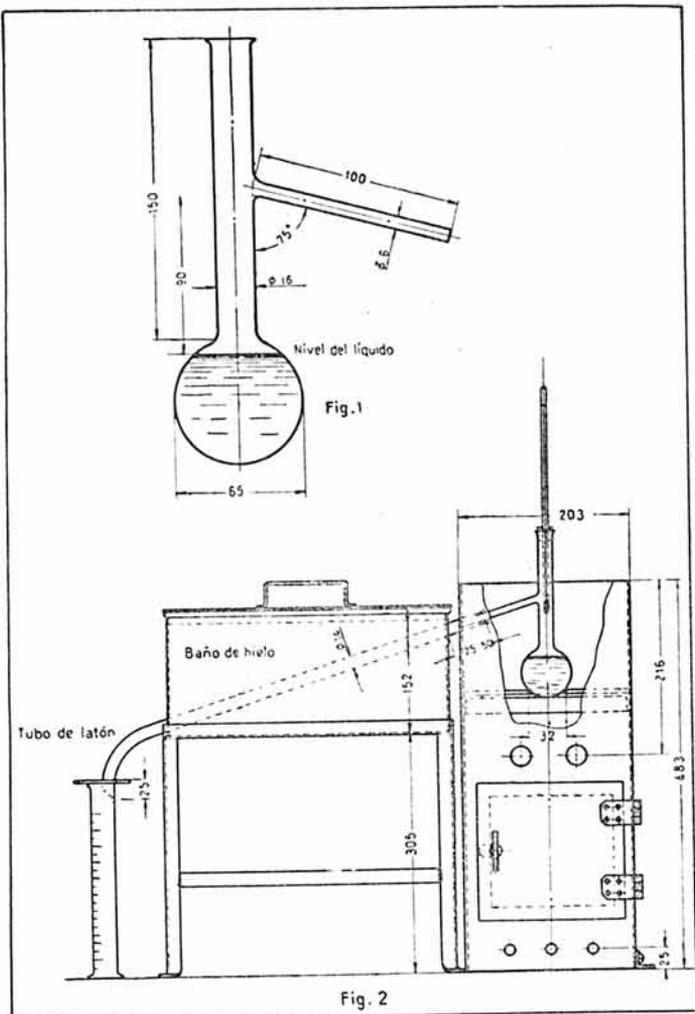
$$\text{Temperatura inicial corregida} = \frac{\text{temperatura inicial observada} - \text{temperatura a los 2 minutos} - 24^{\circ}}{3}$$

19. Diferencias obtenidas en ensayos distintos para los puntos inicial y final máx. de  $3^{\circ}$ , 20 diferencias entre volúmenes recogidos a una misma temperatura en ensayos distintos máx.  $2 \text{ cm}^3$ .

APARATO

20. El aparato a emplear para este ensayo se ajustará exactamente al de la figura 2, que consta de

20. 1. Matraz: Engler de  $100 \text{ cm}^3$ , figura 1.



- 20. 2. Condensador de tubo de latón sin soldadura, introducido en un depósito metálico, baño de hielo, figura 2.
- 20. 3. Pantalla: de chapa metálica, figura 2.
- 20. 4. Soporte y planchas: El soporte de las planchas es del tipo corriente en los laboratorios, figura 2. Las planchas son de asbesto, figura 2. El orificio de la plancha superior deberá ser de  $38 \text{ mm.}$  de diámetro para líquidos cuyo punto final de destilación superior sea superior a  $243^{\circ}$ .
- 20. 5. Termómetros: con divisiones en grados, permitiendo apreciar  $\pm 0,5^{\circ}$  y leer las temperaturas inicial y final de destilación en la columna emergente.
- 20. 6. Probeta graduada: cilíndrica, de  $100 \text{ cm}^3$ , graduación en  $\text{cm}^3$ , figura 2.
- 20. 7. Mecheros de gas o calentador eléctrico: con fácil y sensible regulación de temperatura.



# La colorimetría espectral y sus aplicaciones metalúrgicas

Por JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

(CONCLUSION.)

## FOTOMETROS

Todo fotómetro destinado a trabajos colorimétricos consta de cinco partes fundamentales, que son: iluminador, soporte para sustancia problema, artificio fotométrico, in-

genio para aislar las radiaciones en que se efectúa la medición y célula para apreciar la identidad de la intensidad luminosa transmitida por disyuntor y problema, u ocular según se opere objetiva o subjetivamente.

El aislamiento de la radiación con que se opera se consigue por medio de prisma y diafragma en los espectrofotómetros, como el de König y Martens, y por medio de filtros en los fotómetros de Pulfrich y Spekker. Los filtros, en lugar de dejar paso a una radiación monocromática, lo dejan a una pequeña zona espectral de la emitida por el manantial luminoso. Las dos condiciones que deben reunir los filtros para la perfecta aplicación de la ley Beer son: las curvas de transparencia que se utilicen para cada serie de medidas que se comparen serán iguales, y la amplitud cromática de la zona en que se opere será la menor posible.

La reducción de la intensidad del haz luminoso que atraviesa la cubeta de compensación se consigue en unos fotómetros con diafragmas, como en el de Pulfrich; con polarizadores, en el de König-Martens, y en otros con cuña, como en el de la American Instrumens.

#### Fotómetro de "Pulfrich".

Este fotómetro es de dos semicampos; uno corresponde a la sustancia problema y el otro al diluyente o agua destilada. El artificio fotométrico consiste en unos diafragmas cuadrados, en los que se hacen variar las aberturas eficaces que interceptan a los haces luminosos sin cambiar la forma, los cuales son accionados por unos tambores de medición graduados en extinciones.

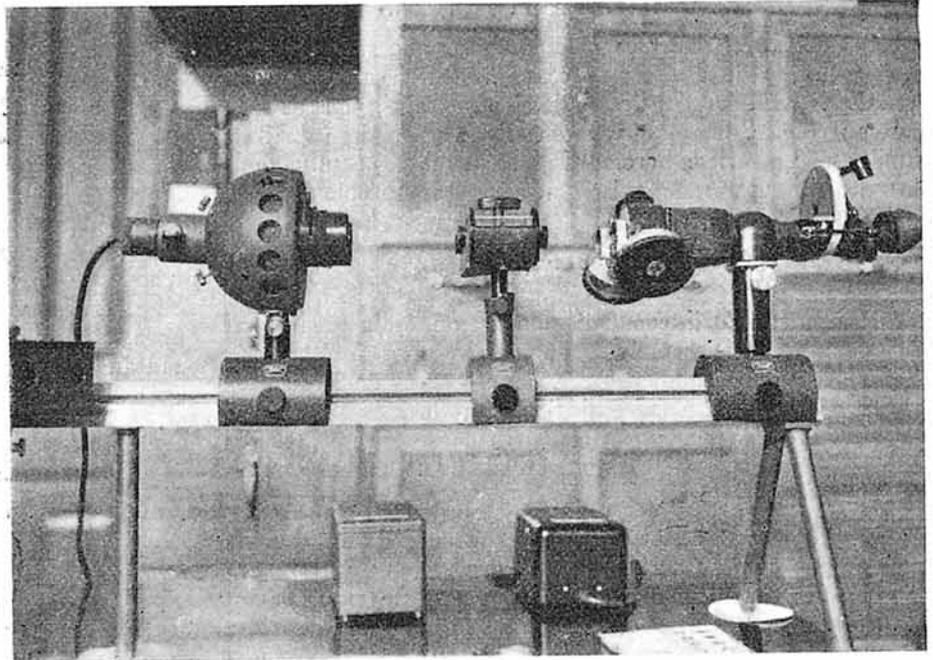
Caso de llenar con el mismo líquido ambas cubetas de igual espesor (como agua destilada o diluyente), se debe apreciar con el ocular una iluminación uniforme del campo, dividida en dos partes iguales por una línea vertical muy fina. Si se sustituye el líquido de una de ellas por otro cuya curva de absorción cromática queremos determinar, veremos que para todas o alguna de las longitudes de onda (conseguida por la intercalación de filtros) la radiación luminosa correspondiente al medio campo del problema líquido es debilitada por la absorción de éste, y debe reducirse la abertura del campo del agua o diluyente hasta conseguir igualdad en los dos medios campos; la reducción de la abertura del diafragma da la medida de la absorción en tanto por ciento de la luz incidente.

Las cubetas estarán totalmente llenas y se evitará tocarlas por las caras que deben ser atravesadas por la radiación luminosa. Para las valoraciones, el tambor del campo de la cubeta de la sustancia problema se mantiene en 0, y se acciona el correspondiente a la cubeta de compensación en el sentido de los valores crecientes de la extinción, hasta alcanzar la misma luminosidad en ambos campos. La concentración de la sustancia problema o su absorción se deduce por el cálculo, de acuerdo con la fórmula (13), o por una curva de calibración que relacione concentraciones y extinciones.

Como el error instrumental debe reducirse al mínimo, se procurará que las extinciones con que se opere sean aquellas que den un error menor que los límites tolerados para la resolución de los problemas. En general, no se debe tra-

bajar con extinciones mayores del 1,3 por 100, por corresponder los mencionados valores a iluminaciones muy pequeñas, con las que se cometen grandes errores en la apreciación de diferencias de intensidades de iluminación, los que, en condiciones normales, varían del 1 al 2 por 100.

El artificio para el aislamiento de radiaciones es de filtros; cada uno suele cubrir, aproximadamente, 45 a 50  $\mu$ , por lo que nueve filtros son suficientes para la zona 4.000 a 7.500  $\text{Å}$ . Están contruidos los filtros de una o más laminillas de gelatina coloreada, que se colocan entre otras dos delgadas de vidrio, formando un conjunto de baja transparencia, por lo cual los manantiales luminosos han de ser de elevada intensidad. Además de estos filtros construye la misma Casa los de la serie L, que son de zona espectral



más amplia; el juego se compone de tres, utilizables en los casos que se necesite elevada luminosidad. También se construyen otros especiales para las valoraciones con lámparas espectro discontinuo, como las de mercurio. Para los S de la Casa Zeiss, su transparencia máxima corresponde a 430, 470, 500, 530, 570, 590, 610, 720 y 750  $\mu$ .

Vimos que los manantiales luminosos podían ser de espectro continuo o discontinuo; para los segundos, como son los producidos por lámparas de mercurio, se dispone de filtros especiales que aíslan sus correspondientes radiaciones monocromáticas: la azul, 436; la verde, 546, y para el amarillo, 578 y 579  $\mu$ .

La cantidad de sustancia necesaria para los estudios ordinarios es variable; para el caso de un espesor de 50 mm. son necesarios 16,5  $\text{cm}^3$ , por lo cual en algunos casos se recurre a las microcubetas, que para el mismo espesor sólo necesitan 1,0  $\text{cm}^3$  y para 10 mm. es suficiente 0,2  $\text{cm}^3$ .

#### Absorciómetro fotoeléctrico "Spekker".

Trabajos análogos a los que se realizan con el fotómetro de Pulfrich se pueden ejecutar con el absorciómetro fotoeléctrico Spekker, con la ventaja de evitar los errores de la absorción subjetiva.

Los aparatos fotoeléctricos suelen ser de dos tipos: monocelulares, como el de Catalán, que tiene el inconveniente de los errores producidos por las fluctuaciones del manantial luminoso desde cuando se observa la sustancia problema al momento de estudio del diluyente, o de dos células, como el Spekker, con el que se suprimen dichos errores.

Los dos campos del absorciómetro Spekker están sobre un mismo eje y en oposición respecto al iluminador; en uno se intercala entre iluminador y célula la sustancia problema; en el otro, por medio de un iris que existe también entre el iluminador y la otra célula, se consigue que el galvanómetro marque 0 por ser iguales las corrientes de las dos fotocélulas. Se sustituye la sustancia problema por el disolvente y se actúa sobre un diafragma graduado que existe en su campo de manera de restablecer el 0 del galvanómetro; la lectura del diafragma da la extinción.

Si se quieren efectuar medidas a las que se tenga que aplicar la ley de Beer, es necesario recurrir a los filtros. La Casa suministra un juego de cinco parejas, pues se tiene que colocar filtros iguales en el recorrido de cada haz luminoso. La variedad cromática de estos filtros resulta algo incompleta a pesar de existir algunos para problemas especiales.

#### *Fotómetro de cuña.*

Para medir la intensidad luminosa que deja pasar una sustancia se suelen emplear cuñas en algunos fotómetros. Según la ley de Lambert-Beer, los espesores de las cuñas son proporcionales a las extinciones producidas por ellas, por lo cual, con una escala con divisiones convenientes se pueden relacionar espesores intercalados de cuña con transparencias o extintores.

La fotometría de cuña permite operar con un campo más amplio que los diafragmas, ya que se pueden trabajar bien hasta extinciones del 10 por 100; pero tiene un inconveniente, que radica en que las cuñas no pueden ser prácticamente neutras, y por tanto, es diferente su coeficiente de extinción para cada longitud de onda. De todos modos, en la actualidad se construyen cuñas que tienen bastante reducida esta propiedad selectiva, por lo que los errores introducidos por su empleo no suelen sobrepasar el 3 por 100.

Entre los modelos de fotómetros de cuña, uno de los más conocidos es el de la American Instruments Co., de manejo sencillo.

#### *Fotómetros polarizantes.*

En los fotómetros polarizantes se siguen dos criterios distintos, como se ve en los de Leitz y en los de König y Martens.

En los fotómetros polarizantes análogos al de Leitz, las medidas de extinción se efectúan por simple aplicación de la ley de Malus. De la intensidad  $I_0$  que incide en el polarizador, que es un prisma de Nicol, emerge en la dirección del eje óptico del sistema  $\frac{I_0}{2}$ ; de esta fracción, la que deja pasar el analizador es  $I = \frac{I_0}{2} \cdot \cos^2 \alpha$ , en la que  $\alpha$  es el ángulo formado por los dos planos de polarización, o sean los correspondientes al polarizador y al analizador. La manera de operar es muy variable, y se reduce en general a intercalar en el recorrido de los rayos del campo que no atra-

viesa ningún prisma de Nicol, o en el que atraviesa uno, la sustancia problema, y en el otro, el diluyente. Hemos de tener en cuenta que en el medio campo correspondiente al problema, si existe en el recorrido de los rayos algún Nicol, que es lo más frecuente, para poder igualar al brillo de ambos semicampos, la intensidad incidente se debe considerar reducida a la mitad. La operación se reduce a medir el ángulo que debe girar el analizador para que las intensidades luminosas en los dos campos, que son iguales antes de colocar la sustancia problema y el diluyente, se igualen después de intercalar ambas.

En el fotómetro del tipo de König y Martens, en lugar de utilizar como polarizador un prisma Nicol, se emplea uno de Wollaston; el sistema óptico es algo más complicado; la igualdad de los brillos sigue en este caso la ley de las tangentes; pero su manejo es tan cómodo, sencillo y rápido, que su uso es cada día más frecuente en los trabajos de absorción en la zona visible.

Al observar los dos campos del espectrógrafo König y Martens sin colocar las cubetas o con éstas vacías, veremos que con el analizador en la posición de  $0^\circ$  un campo está oscuro y el otro claro y que es preciso dar al analizador un giro de unos  $45^\circ$  para que se establezca la igualdad de brillo. Si se colocase la sustancia problema en el campo derecho y el diluyente en el izquierdo, la igualdad de brillo desaparecería, y habría que girar el analizador hasta conseguirla, lo que se hace con lectura en el primero y en el cuarto cuadrante; en lugar de esta última se utiliza su diferencia a  $360^\circ$ ; la semisuma de las dos lecturas da el valor del ángulo  $\alpha_1$ . El objeto de las dos lecturas es para compensar los errores de ajuste. Se permutan las cubetas, se efectúan las lecturas como acabamos de indicar, y su semisuma nos dará el valor del ángulo  $\alpha_2$ .

Según demostraron König y Martens, se verifica:

$$E = \log \frac{I_0}{I} = \log \frac{\operatorname{tag} \alpha_1}{\operatorname{tag} \alpha_2}; \quad (15)$$

por lo cual, conocidos los dos valores de los ángulos, se deduce el valor de la extinción.

### APLICACIONES METALURGICAS DE LA COLORIMETRIA ESPECTRAL

Las aplicaciones de la colorimetría espectral en el campo de la metalurgia son enormes; hemos trabajado intensamente en aceros y aleaciones ligeras, siempre con resultado satisfactorio, según pudimos comprobar por marchas químicas y espectroquímicas efectuadas simultáneamente; en varios casos apreciamos la enorme ventaja de estos métodos, como es en los de valoraciones de Mo y V en los aceros, principalmente en los rápidos.

Los elementos que con más frecuencia se valoran colorimétricamente en los productos férreos son: P, Si, Mn, Ti, Al, Cr, Ni, Co, Mo, V y W; de entre éstos, los que consideramos tienen marchas más rápidas y precisas con respecto a las químicas ordinarias, son el Mo y el V.

En el caso del Mo, para cuyas valoraciones hemos seguido la técnica de A. Eder, a pesar de los buenos resultados conseguidos con ellos pudimos comprobar que no está totalmente a punto, para lo cual construimos la cur-

va  $E = f(t)$ , que relaciona la extinción con tiempos transcurridos desde la adición del protocloruro de estaño a la solución. En la curva se observa una rápida disminución de  $E$  en los cinco primeros minutos (según Eder, las valoraciones se deben hacer después de estos cinco minutos); se va haciendo más suave, hasta dar una rama asintótica de dirección del eje de los tiempos.

En varios casos hemos observado la influencia del tiempo transcurrido desde la preparación de las disoluciones coloreadas hasta el momento en que se efectúa la valoración, por lo cual tenemos en revisión las marchas de colorime-

tría espectral que figuran en los manuales de colorimetría y revistas científicas.

En general, todas las marchas anteriormente indicadas son de ejecución sencilla y rápida; la que requiere más tiempo es la del Cu, que necesita hora y media; las del Al y W necesitan una hora, y las demás una media hora, salvo el P, que se valora en quince minutos.

En las aleaciones ligeras hemos efectuado colorimetrías rápidas y exactas de Fe, Cu, Mg, Mn, Si y Ti, con las que comprobamos la gran ayuda que presta a la metalurgia esta rama de la espectroscopia.



## Sistema de alimentación de combustible del motor Hispano Suiza, tipo 12-Z-89

Por NEMESIO ALVAREZ SANCHEZ MONTALVO

La alimentación de combustible en este motor se efectúa por el sistema de inyección a tiempos, asegurado por dos bombas de inyección, tipo Lavalette, de seis cuerpos de bomba, que, a su vez, son alimentados por dos bombas de gasolina A-M, tipo C. M. 15, que dan una presión de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Las bombas de inyección van sujetas al cárter superior y adosadas a las culatas en la parte exterior de la V que forman. Por medio de un regulador automático se regula el gasto de combustible que precisa el motor para su óptimo funcionamiento. El punto de inyección se regula a 75° después del P. M. S., en la carrera de admisión, y se efectúa a presiones comprendidas entre 60 y 145 kgs/cm<sup>2</sup>. Adosado a cada bomba de inyección va un filtro basculante depurador de gasolina, cuya misión es separar de ésta las burbujas de aire en suspensión.

El regulador automático está destinado a actuar en las bombas de inyección, modificando su abertura, y con ésta la cantidad de gasolina que aquéllas inyectan en los cilindros en cada ciclo motor. Esta cantidad depende del peso de aire comburente que existe en el interior de los cilindros en cada condición de funcionamiento del motor.

La cantidad de aire que entra en los cilindros depende de tres factores:

- a) Presión del aire a la entrada en los cilindros.
- b) Temperatura del aire a la entrada en los cilindros.
- c) Presión al escape, es decir, presión atmosférica.

El regulador deberá ser sensible a los tres factores anteriores, y para ello está compuesto de:

- 1.º Un émbolo sobre el que actúa la presión de entrada del aire en los cilindros. Dicha presión llega al regulador procedente de cuatro tomas de presión existente a la entrada de los cilindros.
- 2.º Un termostato situado a la salida del compresor, cuya acción es transmitida al regulador.
- 3.º Una cápsula barométrica, sensible a las presiones atmosféricas existentes a las distintas alturas.

La acción de los tres elementos anteriores se ejerce sobre una pieza denominada *cuña*. Esta pieza, de forma rectangular en su base y con superficie de trabajo trazada con inclinaciones variables a lo largo de los dos ejes coordenados, nos reúne los movimientos de los tres elementos citados en un solo movimiento, captado por un punzón palpador, que forma parte de una palanca de tercer género, en cuyo extremo está unida la corredera de un servomotor accionado por la presión del aceite del motor. Este servo es el elemento motor que transmite sus movimientos a las bombas de inyección mediante un juego de palancas.

La acción del émbolo se ejerce en la *cuña*, haciéndola deslizar en sentido longitudinal. El termostato y la cápsula barométrica obligan a desplazar la palanca de mando y el punzón palpador en sentido transversal sobre la *cuña*.

Completan el regulador un mando-rico-pobre, que actúa desplazando la cápsula barométrica y un mando-cierre gasolina para cortar el combustible al cerrar completamente los gases, y que actúa moviendo la palanca que contiene el punzón y mando-corredera.

La inyección en cada uno de los cilindros se efectúa por un inyector Bosch, de aguja.