

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

COLORES OBTENIDOS DEL ALQUITRAN DE HULLA

La fabricación de colores tiene tal importancia, que indudablemente constituye una de las principales ramas de la Química industrial. No necesita demostración este aserto; es verdaderamente axiomático; pues á cualquier parte que se dirija la vista, cuantos objetos se nos presenten, tienen color. En la inmensa mayoría de los productos de la industria, el color es artificial, es decir, aplicado en la forma apropiada á la materia que constituye cada objeto. Hasta el negro, que representa la ausencia de color, la nulidad de vibraciones luminosas, es debido á preparaciones químicas. Y la coloración es, puede decirse, una verdadera necesidad, instintiva en el hombre, como lo demuestra el hecho de que hasta los salvajes tiñen su cuerpo, sus exiguas ropas y sus instrumentos de combate. De aquí se deduce que, la fabricación de colores, debió ser una de las primeras que emprendiese el hombre; y de todo lo antedicho, resulta la evidencia de la proposición sentada.

Alquimistas y químicos eminentes, según la época, han realizado importantes estudios acerca de las artes tintóreas en sus múltiples aplicaciones, y, á decir verdad, el éxito no ha sido completo; todos los colores antiguos se degradan más ó menos; unos por reacciones que ocasionan los rayos solares; otros por las que procucen los cuerpos contenidos en el medio ambiente. Puede decirse, que nada más que los colores fabricados por los pueblos orientales, cuyo secreto se ignora en el resto del mundo, presentan excelentes condiciones.

Pero el descubrimiento de los colores derivados de la hulla, ha producido una verdadera revolución en todas las artes rela-

cionadas con la tintorería, y ha dado margen para que eminentes químicos contemporáneos dediquen su atención asidua al estudio de tan importante asunto.

Tienen los colores mencionados, dos condiciones esenciales que los hacen preferibles á casi todos los de distinta procedencia; son muy permanentes y permiten cuanta finura se desee.

Diseminados en muchos tratados de Química y enciclopedias, se encuentran la enumeración de estos colores, y los diversos procedimientos, unos de laboratorio, y otros industriales, para obtenerlos.

Constituye, por consecuencia, el objeto del presente trabajo, exponer sucintamente los resultados conseguidos en esta rama de la química industrial.

Primeras materias.

Cuando se destila la hulla, los cuerpos obtenidos varían según las temperaturas á que se verifique la operación. No solamente porque á cada una de ellas resultan algunos productos distintos, sino porque estos mismos cuerpos reaccionan entre si según la altura termométrica de su mezcla.

Como la destilación de la hulla tiene, casi siempre, por objeto primordial la obtención del gas del alumbrado, se verifica aquella á unos 1.000 grados, porque la experiencia ha hecho ver que es la temperatura más conveniente para el objeto propuesto.

Se puede dividir en cuatro grupos los productos obtenidos de la destilación: gas del alumbrado, cok, sales de amonio y alquitrán. Solamente interesa el último grupo para el objeto de este trabajo, por lo que se prescinde en absoluto de los restantes.

El grupo alquitrán comprende los cuerpos que se detalla en el siguiente estado:

			Naftalina.	$C^{10} H^8$
			Antraceno.	$C^{14} H^{10}$
		Sólidos.	Metilantraceno.	$C^{15} H^{13}$
			Criseno.	$C^{16} H^{12}$
	Hidrocarburos neutros.		Bencina.	$C^6 H^6$
			Tolueno.	$C^7 H^8$
		Líquidos.	Ortoxileno.	$C^8 H^{10}$
			Isopropilbencina.	$C^9 H^{12}$
			Metilpropilbencina.	$C^{10} H^{14}$
			Otros menos importantes.	
			Fenol.	$C^6 H^5 OH$
			Cresilol ó toluol.	$C^7 H^7 OH$
			Metacresilol.	$C^7 H^7 OH$
			Paracresilol.	$C^7 H^7 OH$
			Xilenol.	$C^8 H^8 OH$
			Bencilfenol.	$C^{13} H^{11} OH$
			Otros fenoles.	
			Viridina.	$C^8 H^3 NH^2$
			Anilina.	$C^6 H^5 NH^2$
			Lusidina.	$C^7 H^7 NH^2$
			Colidina.	$C^8 H^9 NH^2$
			Quinoleina.	$C^9 H^6 NH^2$
			Criptidina.	$C^{11} H^8 NH^2$
			Homólogos de algunos de éstos.	

Diversas reacciones químicas verificadas con varios de los cuerpos contenidos en el anterior estado, producen una multitud de colores, y es seguro que se llegará a obtener otros muchos, merced al estudio que se sigue haciendo de tan importante cuestión.

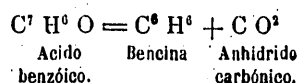
Los límites y el objeto de este trabajo no permiten abordarla en toda su generalidad; por lo que he de limitarme a un resumen de esta materia, y a no tratar más que de los colores verdaderamente industriales. Son éstos: los derivados de la anilina, de la naftalina, del anhídrido ftálico, del ácido fénico y del antraceno.

Pero es preciso, ante todo, dar una sucinta idea del tratamiento del alquitrán para la obtención de los precitados cuerpos fundamentales, aunque sin entrar en un examen detallado de todos los productos obtenidos en la destilación; pues son más de 50 los hidrocarburos que resultan, y solamente los indicados tienen importancia para el objeto de este trabajo.

Deshidratado el alquitrán, a una temperatura que no exceda de 90 grados, se efectúa la destilación fraccionada. Se recoge, en primer lugar, los productos que pasan al condensador a temperaturas que no excedan de 150 grados centesimales, que constituyen los *aceites ligeros*, formados principalmente por bencina y sus homólogos. Se hace llegar a otro recipiente los productos que pasan entre 150 y 200 grados, que son los *aceites medios*, que comprenden, entre otros cuerpos, la anilina y la toluidina. Entre 200 y 300 grados se obtiene los *aceites pesados*, que forman la parte más abundante de la destilación, y contienen como cuerpos principales los fenoles monoatómicos, la naftalina y parte del antraceno. De 300 a 400 grados resultan los *aceites muy pesados*, a los que se llama *aceites de antraceno*, por ser el cuerpo más abundante que contienen. Sometiendo, por último, el asfalto restante a la destilación seca, se obtiene el aceite de este nombre, rico en antroeno mezclado con pireno $C^{16}H^{10}$, criseno $C^{18}H^{14}$ y otros hidrocarburos fácilmente separables de aquel cuerpo por destilación fraccionada.

OBTENCIÓN DE LA BENCINA

La bencina C^6H^6 es el producto de descomposición del ácido benzóico, por medio del calor, según la ecuación.



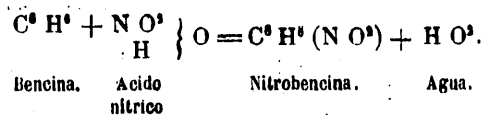
Se ha conseguido su síntesis condensando por el calor en una molécula, 3 de acetileno C^2H^2 .

La obtención industrial de la bencina se consigue, como la separación de los restantes hidrocarburos contenidos en los aceites de la destilación del alquitrán, fundándose en la temperatura de ebullición de cada uno de ellos, en alambiques muy perfeccionados. Se destila los aceites ligeros y los medios, separadamente, y se recoge todos los productos que pasan a menos de 120 grados, a los que se da generalmente el nombre de benzoles. Se trata lo que queda en las retortas con sosa y ácido sulfúrico para eliminar los fenoles, y se destila de nuevo a temperaturas superiores a 120 e inferiores a 170 grados, fraccionando de 10 en 10, y así se obtiene los cuerpos conocidos genéricamente en el comercio con el nombre de bencinas, en los que, en efecto, la bencina es el cuerpo predominante; pero que contienen además tolueno C^7H^8 , ortoxileno (dimetilbencina) C^8H^{10} y sus dos isómeros metaxileno y paraxileno; cumeno (isopropilbencina) C^9H^{12} y cimeneno (metilpropilbencina) $C^{10}H^{14}$.

Para la preparación de algunos colores derivados, es preciso, ante todo, purificar la bencina comercial; lo que se consigue por medio de la destilación a unos 80 grados (punto de ebullición de la bencina) y del cloruro de calcio.

NITROBENCINA

Tratando la bencina por el ácido nítrico concentrado, se obtiene la *nitrobencina*, sustituyendo el nitrilo NO a un átomo de hidrógeno de la primera, según la ecuación:



Si la bencina con que se opera no es pura (y no es necesario que lo sea para algunos colores), se obtiene una mezcla de nitrobencina, dos nitrotoluenos isómeros $C^7H^7NO^2$ y nitroxilenos $C^8H^8NO^2$.

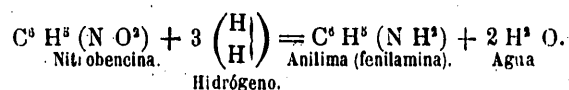
Se lava con agua la nitrobencina obtenida, y después con una solución de carbonato sódico, para separar el exceso de ácido que pudiera haber.

Se distingue tres clases de nitrobencina comercial: la *ligera*, que hierve de 205 a 210 grados, que es la esencia de almendras amargas artificial, llamada también caprichosamente *esencia de mirbana*, usada en perfumería; la *nitrobencina pesada*, que hierve entre 210 y 220 grados, y es la más propia para la fabricación de los rojos de anilina, y la *nitrobencina muy pesada* (principalmente aprovechable para obtener los colores azules), cuyo punto de ebullición está comprendido entre 220 y 235 grados.

ANILINA

La *anilina*, nombre derivado de añil, por haberla descubierto en el índigo en 1826, se puede considerar como derivada del amoniaco NH^3 , sustituyendo un átomo de hidrógeno por el radical fenilo C^6H^5 ; de donde resulta $C^6H^5(NH^2)$; de modo que la anilina es una fenilamina.

Se la obtiene industrialmente haciendo actuar sobre la nitrobencina un cuerpo hidrogenante, que produce la reacción.



Generalmente se emplea el ácido acético y las limaduras de hierro, que reaccionan con la nitrobencina en un aparato de Nicholson, en el que se obtiene una mezcla de anilina, acetato de esta base, óxido y acetato de hierro y parte libre de este metal.

Se trata la mezcla por la sosa, para descomponer el acetato de anilina, quedando libre este cuerpo y formándose acetato de sodio. Toda la anilina libre se separa por decantación, y se destila el resto para separar toda la que aún queda en la mezcla.

Los productos industriales, obtenidos por éste ó cualquier otro procedimiento hidrogenante de la nitrobencina, son conocidos en el comercio con el nombre de *aceites de anilina*, que, en realidad, están formados por una mezcla de anilina, toluidina $C^7H^7(NH^2)$ y su isómero paratoluidina. De estos aceites se obtiene los colores derivados; pues la anilina y la toluidina, puras y separadas, solamente en condiciones especiales producen colores.

NAFTALINA

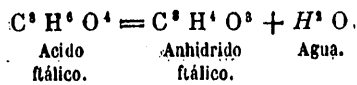
La *naftalina* $C^{10}H^8$ se obtiene de los aceites pesados y de los residuos de la destilación de los ligeros y medios, en los que se deposita, por enfriamiento, cristalizada en laminillas blancas de aspecto sedoso. Se la purifica sometiéndola en caliente a una fuerte presión y tratándola por la sosa cáustica y después por el ácido sulfúrico. Se la lava con agua caliente, y para purificarla por completo, se la destila en retortas de hierro ó se la sublima en el aparato tan conocido empleado para el ácido benzóico.

La *naftilamina* $C^{10}H^7(NH^2)$, cuerpo derivado de la naftalina, que sirve de base para la preparación de los colores, se obtiene procediendo con la naftalina de un modo idéntico al empleado para obtener la anilina, partiendo de la bencina. Es decir: tratando la naftalina por una mezcla de ácidos sulfúrico y nítrico concentrados, se obtiene la *nitronaftalina* $C^{10}H^7(NO^2)$, y sometida ésta a la acción de un cuerpo hidrogenante, se produce la *naftilamina*.

ANHIDRIDO FTÁLICO

El ácido ftálico $C^6H^4O^4$, se obtiene sometiendo a la acción oxidante del ácido nítrico, el tetracloruro de naftalina $C^{10}H^8Cl^4$.

Se obtiene el anhidrido ftálico calentando el ácido a 230 grados, de lo que resulta:

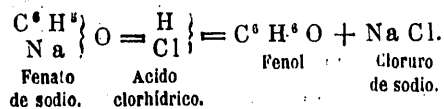


Calentado con los fenoles, en presencia del ácido sulfúrico, este anhidrido produce diversas materias colorantes, llamadas *ftaleínas*, de que se tratará oportunamente.

ACIDO FENICO (FENOL)

Los productos precipitados por la sosa y el ácido sulfúrico, de que se habló al tratar de la obtención de la bencina, así como los obtenidos de la destilación de los aceites pesados, entre 150 y 200 grados, contienen el *fenol*. Se trata, lo que pasa en esta última destilación, por los mismos reactivos y, después de reunido todo, se separa, por decantación, los hidrocarburos que hay en la parte superior del líquido.

Descomponiendo la solución restante, por el ácido clorhídrico, se obtiene fenol y cloruro de sodio, según la reacción



Separado el fenol y lavado con agua, se le deseca con cloruro de calcio anhidro y se le destila, no recogiendo más que lo que pasa entre 185 y 190 grados (el punto de ebullición del fenol es 188 grados); pues, a mayor temperatura, pasarían también los demás fenoles monoatómicos que el líquido contiene.

ANTRACENO

Para obtener el *antraceno* $C^{14}H^{10}$ se calienta, con vapor, los aceites pesados y los de asfalto, y se separa el agua que contienen, reunida en la superficie de la mezcla. Se deja ésta enfriar y en reposo, durante bastante tiempo, y se elimina la parte principal de las materias oleaginosas contenidas en aquélla, por medio de filtro a presión y de la prensa hidráulica. El producto sólido obtenido es el *antraceno* en bruto.

Si se quiere purificarle, quitándole el pireno, el criseno y demás hidrocarburos que contiene, se procede a la destilación fraccionada, teniendo en cuenta que el pireno hierve a 142 grados, el criseno a 248, etc., y el *antraceno* a 360; de modo que es preciso recoger todo lo que pasa a temperaturas inferiores a la última, quedando en la retorta el *antraceno*.

Colores derivados de los cuerpos precedentes.

Expuestas estas breves ideas acerca de la obtención de los cuerpos que he llamado primeras materias, procede ya ocuparse de los colores derivados, que es el objeto esencial de este trabajo; los que, como se ha dicho, tienen grandísima importancia, no solamente en la tintorería, sino en todas las industrias gráficas; porque suministran excelentes tintas para imprenta y para todos los procedimientos de reproducción de dibujos.

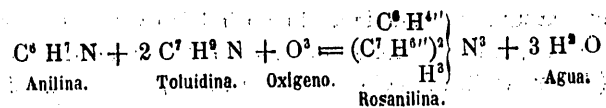
Colores derivados de la anilina.

De la anilina se ha obtenido todos los colores del espectro solar y además el pardo y el negro.

ROJOS DE ANILINA

Las *anilinas pesadas* del comercio (mezclas de anilina y de toluidina) tratadas por los cuerpos oxidantes o deshidrogenantes,

dan lugar a una base llamada *rosanilina*, cuya representación química es $C^{20}H^{19}N^3$, según la reacción.



Se puede obtener esta base, de los aceites de anilina, tratándolos por cualquiera de los cuerpos siguientes: ácido arsénico, ácido nítrico, ácido antimónico, cloruro de cinc, percloruro de carbono, bicloruro de mercurio, nitrato mercúrico o con la nitro-bencina y el nitrotolueno.

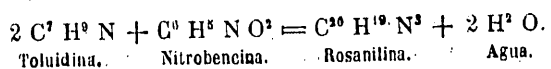
El procedimiento más industrial es el primero, que consiste en calentar, a 200 grados, una mezcla de anilinas pesadas y ácido arsénico disuelto en agua. Terminada la reacción, se agrega un ácido debilitado y después una solución de cloruro de sodio, obteniéndose una sal de rosanilina correspondiente a aquel ácido. La base en cuestión es incolora; pero sus sales tienen un magnífico color rojo. Generalmente se emplea para aquella reacción el ácido clorhídrico, que produce clorhidrato de rosanilina $C^{20}H^{19}N^3HCl$, conocido con el nombre de *fuchsina*. Se emplea también el ácido acético, que da lugar al acetato

$C^{20}H^{19}N^3O^2$ o *roseina*, o el nítrico que produce la *azaleina*

$C^{20}H^{19}N^3O^4$. Estas tres sales son muy solubles en el agua y en el alcohol, a los que comunican una intensa coloración roja. El tanato de rosanilina $C^{20}H^{19}N^3O^6$ se emplea rara vez, por su escasa solubilidad en el agua. De las antedichas sales, la más importante es la *fuchsina*, no sólo por su coloración sino porque permite fabricar, partiendo de ella, otros varios colores de anilina.

Las sales de rosanilina, en estado sólido, tienen color verde brillante con reflejos dorados.

Los rojos preparados por el procedimiento antedicho, contienen siempre algo de ácidos arsenioso y arsénico, lo cual es una desventaja; por lo que es preferible su obtención haciendo actuar la nitro-bencina sobre el aceite de anilina, con adición de ácido clorhídrico y hierro metálico. La formación de la rosanilina se verifica según la reacción siguiente:



MORADOS DE ANILINA

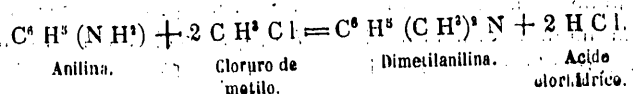
Son numerosos los colores morados que se puede derivar de la anilina, los cuales presentan todas las gradaciones, desde el morado poco diferente del añil, hasta el morado muy rojizo.

Hay cuatro procedimientos industriales para preparar los colores de este grupo: 1.º, por oxidación de la anilina; 2.º, por oxidación de la dimetil-anilina; 3.º, por fenilación de la rosanilina; 4.º, por tratamiento de la rosanilina por los ioduros o bromuros de los radicales alcohólicos.

1.º *Por oxidación de la anilina*.—Entre los diversos procedimientos aplicables al objeto, el más empleado consiste en tratar el aceite de anilina por el dicromato de potasio y el ácido sulfúrico, obteniéndose el morado de *malveina*, base cuya composición química es $C^{21}H^{21}N^4$.

2.º *Por oxidación de la dimetil-anilina*.—Si se calienta de 280 a 300 grados, en un recipiente cerrado, clorhidrato de anilina y alcohol metílico, se obtiene una mezcla de dimetil-anilina $C^6H^5(C^2H^5)^2N$ y metilo, la que se trata por la sosa cáustica, y se separa la dimetil-anilina, que se purifica por destilación.

También se puede obtener este cuerpo calentando anilina pura con cloruro de metilo, verificándose la reacción

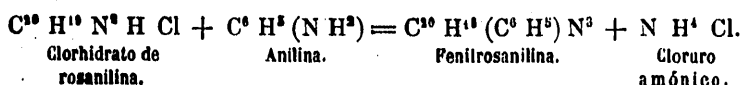


Calentado este compuesto á 40 grados, durante algunas horas, con un cuerpo oxidante, se obtiene *trimetilrosanilina* $C^{30}H^{16}(CH^3)^3N^3$.

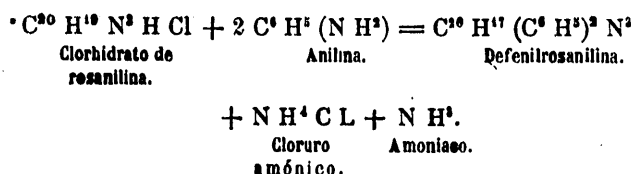
Se agrega una solución de ácido clorhídrico y después cloruro de sodio, que precipita un cloruro de trimetilrosanilina $C^{30}H^{16}(CH^3)^3N^3Cl$, llamado *violeta de París*, que es uno de los mejores cuerpos colorantes.

Haciendo actuar el cloruro de bencilo sobre el cuerpo precedente, se obtiene una modificación de éste violeta, que es la *bencilmetilrosanilina* $C^6H^5(C^6H^5)(CH^3)(N^3) = C^{13}H^{13}N$.

3.º *Por fenilación de la rosanilina.*—Calentando una sal de rosanilina con anilina, se obtiene primeramente un morado rojo, que es *rosanilina monofenilada*, según la ecuación



Si se calienta más, se obtiene un morado azul, que es *rosanilina difenilada* $C^{30}H^{16}(C^6H^5)^2N^3$:



Si se continúa calentando, se obtiene, por fin, un color que ya no es de este grupo: la *trifenilrosanilina* $C^{30}H^{16}(C^6H^5)^3N^3$, llamada *azul de Lyon*, según una ecuación análoga á la anterior.

Se obtiene también un color violeta calentando sólo el clorhidrato de rosanilina (fuchsina), á una temperatura algo mayor de 200 grados. Otro, llamado *geranosina*, por la reacción del cromato de potasio sobre una mezcla de clorhidrato de rosanilina y aceite de anilina.

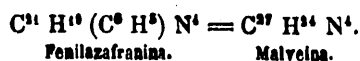
4.º *Por el tratamiento de la rosanilina por los yoduros ó bromuros de los radicales alcohólicos.*—Tratando, á 100 grados, la rosanilina por el yoduro ó el bromuro de etilo, de metilo ó de amilo, resultan colores violetas, llamados de Hoffmann, nombre del químico que los ha descubierto. Según dure, más ó menos, la reacción, sustituyen una, dos ó tres moléculas del radical alcohólico á otros tantos átomos de hidrógeno de la rosanilina, obteniéndose monoetilrosanilina $C^{30}H^{16}(C^2H^5)N^3$ (morado-rojo), dietilrosanilina $C^{30}H^{16}(C^2H^5)^2N^3$ (morado-normal), trietilrosanilina $C^{30}H^{16}(C^2H^5)^3N^3$ (morado-azul), y compuestos análogos con los otros dos radicales.

El violeta obtenido por Lauth, tratando la fuchsina por la aldehida, no se usa por ser poco estable.

AZAFRANINA

Tratando sucesivamente las anilinas pesadas por el ácido nítrico y el anhídrido arsenioso, se obtiene una materia de un intenso color rojo, llamada *azafranina*, porque presenta, en el estado sólido, un color muy análogo al del azafrán. Su fórmula es $C^{31}H^{16}N^4$.

Según Perkin, se forma la azafranina como producto secundario en la fabricación de la malveina (color violeta de que ya se ha hablado), lo que le ha inducido á considerar á ésta como fenilazafranina, según muestra la igualdad



ANARANJADO Y AMARILLO DE ANILINA

El químico Nicholson, ha obtenido un excelente color anaranjado de anilina, observando que, al preparar la fuchsina por medio de los aceites pesados, se forma un producto secundario, al que ha dado el nombre de *aurina*, que es el clorhidrato de una base llamada *erisanilina*, la cual tiene por fórmula $C^{30}H^{17}N^3$. El

mejor anaranjado es el nitrato de esta base $C^{30}H^{17}N^3O^3$, que se obtiene tratando el residuo de la fabricación del clorhidrato de rosanilina por el vapor de agua, y después por el ácido nítrico, precipitándose el nitrato de aquella base que es insoluble en el agua.

El amarillo llamado *fosfina* da una buena coloración. Su composición química no está aún bien definida; pero parece ser una sal doble ó mezcla de sales de un mismo ácido de crisotoluidina y crisanilina.

Tratando una solución alcohólica de rosanilina por el anhídrido nítrico, ha obtenido Vogel otro amarillo de anilina, y Schriffle ha preparado por la reacción del anhídrido estánico ó el ácido antimónico sobre la anilina pura.

Existe, por último, el llamado *amarillo de Gisela*, que parece de una composición análoga á la de la fosfina.

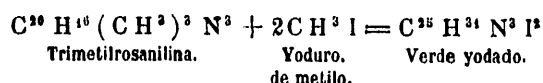
VERDES DE ANILINA

Los colores verdes de anilina tienen extraordinaria importancia industrial; porque, además de los caracteres generales que hacen tan apreciables todos los colores derivados del alquitrán, poseen la propiedad (especialmente los dos primeros, de que se tratará) de conservar á la luz artificial la misma apariencia que á la del sol, lo que no ocurre con ningún otro color verde, y permiten preparar magníficas tintas de incomparable finura.

Esmeraldina.—Se obtiene este color de la manera siguiente: sobre una solución de sulfato de rosanilina y ácido sulfúrico, se hace actuar la aldehida ordinaria, calentando poco á poco hasta que el líquido presente una coloración verde oscura. Se le trata entonces por el sulfuro de amonio, el ácido sulfhídrico ó el hiposulfito sódico, y todo el verde quedará disuelto, pudiéndole emplear en esta forma. Pero si se quiere obtenerle aislado, se le precipita por medio del cloruro y del carbonato de sodio. La fórmula de este cuerpo es $C^{32}H^{17}N^3S^2O$; pero su estructura no es aún bien conocida.

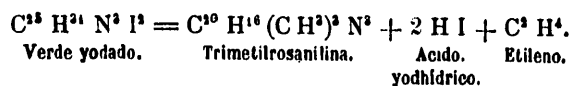
Verde luz.—Se obtiene este color calentando el violeta de París (cloruro de trimetilrosanilina) con cloruro de metilo CH^3Cl , lo que da lugar á aquel cuerpo, que parece ser diclorometilato de trimetilrosanilina.

Verde yodado.—Se preparará este cuerpo, cuya fórmula es $C^{30}H^{16}N^3I^2$, haciendo actuar el yoduro de metilo sobre la trimetilrosanilina (uno de los violetas de Hoffmann), como indica la ecuación



Se puede obtener también calentando, á gran presión, acetato de rosanilina, alcohol metílico y yoduro de metilo, de lo que resulta una mezcla de colores verde y violeta que se disuelve en el alcohol metílico. Se destila para separar los cuerpos volátiles, y se echa el resto en agua hirviendo, que disuelve el verde y precipita el violeta, que se separa.

Se puede precipitar después el verde, por medio del trinitrofenol $C^6H^3(N^3O^3)^3O$, y se seca á una temperatura que no exceda de 50 grados, porque aumentándola se descompone el verde yodado como indica la ecuación siguiente:



Verde de metilrosanilina.—Este verde, que existe en el comercio, es de peores condiciones que los precedentes. Se le obtiene por medio del yoduro de metilo, del violeta metilado y del cloruro de cinc. Su fórmula es $C^{32}H^{22}N^3OCl^1Zn$.

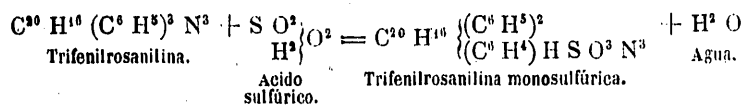
Verde malaquita.—Calentando la dimetilrosanilina benzóica, se produce una base incolora, que tiene por expresión $C^{30}H^{20}N^3$ cuyas sales dan un buen color verde soluble en el agua.

AZULES DE ANILINA

Muchos son los colores azules obtenidos de la anilina, que presentan diversos tonos. Los principales son los siguientes:

Azul de León.—Al tratar de los colores morados obtenidos por fenilación de la rosanilina, se ha visto que, á medida que aumenta la fenilación, el color obtenido se separa más del azul; resultando la trifenilosanilina $C^{20}H^{16}(C^6H^5)^3N^3$ un verdadero color azul, que es el de que ahora se trata. Su obtención se verifica calentando fuchsina con anilina pura. Si la anilina es impura ó se emplea aceite de anilina, después de la reacción hay que tratar el producto por el ácido clorhídrico para obtener libre el azul de León, que no es ya la trifenilosanilina sino su clorhidrato.

Azul soluble.—El azul anterior es soluble en el alcohol, pero no en el agua, y para conseguir este objeto, se le calienta con ácido sulfúrico, á 150 grados, unas dos horas, y añadiendo agua, se obtiene disuelto el azul de que se trata, que es un derivado sulfonado del precedente. La ecuación que sigue expresa la reacción verificada.



Otros azules.—Sometiendo á la destilación seca el azul de León, se obtiene, entre otros productos, la *difenilalanilina* $C^{12}H^{11}N$, que es blanca, pero que tratada por el ácido nítrico, da un intenso color azul.

Se obtiene otro, la *trititoluilosanilina* $C^{20}H^{16}(C^7H^7)^3N^3$, calentando con toluidina una sal de rosanilina.

CARLOS ALFONSO
Ingeniero de Caminos.

(Se continuará.)

ESTABILIDAD

de las construcciones de hormigón de cemento armado ⁽¹⁾.

(CONTINUACIÓN)

Cuando las cantidades M , n y h son constantes, el precio por metro lineal de viga varía proporcionalmente al número γ ; es decir, á la razón $\frac{6}{\gamma} = \frac{b h^3}{M}$.

Cuando son constantes n y h , la razón $\frac{\pi}{M}$ varía proporcionalmente á γ . Cuando M , h y γ son constantes, el precio por metro lineal π varía proporcionalmente á $(1 + 60 n)$.

Si las cantidades constantes son h y γ , el precio $\frac{\pi}{M}$ por metro lineal y por kilogrametro varía proporcionalmente á $1 + 50 n$.

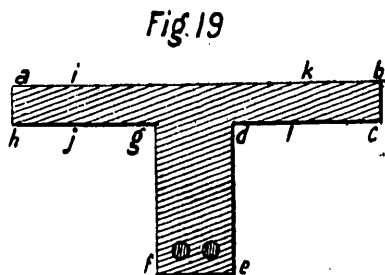


Fig. 19

Cuando M y h son constantes, el precio por metro lineal π varía proporcionalmente al producto $(1 + 50 n)$.

(1). Véase el núm. 1270.

Siendo constante la altura h , el precio $\frac{\pi}{M}$ es proporcional al producto $(1 + 50 n) \gamma$.

Pero como se va á ver á continuación (párrafo 15), el producto $(1 + 50 n) \gamma$ es á veces susceptible de un mínimo, y las variaciones de las cantidades γ y $(1 + 50 n)$ son de poca importancia cuando el tanto por ciento del metal de las vigas está fijado convenientemente.

Las fórmulas (34), (35) y (36) del párrafo 10 y las (37), (38) y (39) del párrafo 11 atribuyen á n el mismo valor numérico, y difieren solamente en la razón γ , que es igual á 0,000012 en el caso del párrafo 10, y á 0,000015 en el del párrafo 11.

Se tendrá en el primer caso

$$\pi_1 = 60 (1 + 0,02 \times 50) \times 0,000012 \frac{M}{h}$$

y en el segundo

$$\pi_2 = 60 (1 + 0,02 \times 50) \times 0,000015 \frac{M}{h}$$

Luego

$$\pi_1 = 0,00144 \frac{M}{h}$$

$$\pi_2 = 0,00180 \frac{M}{h}$$

de donde se deduce

$$\frac{\pi_1}{M} = \frac{0,00144}{h}; \quad \frac{\pi_2}{M} = \frac{0,00180}{h}$$

y

$$\frac{\pi_2}{M} - \frac{\pi_1}{M} = \frac{0,00036}{h}$$

y con la expresión (44):

$$\pi_3 = 50 b h (1 + 50 n) = 9,87.$$

Luego

$$\frac{\pi_1 - \pi_3}{\pi_1} = \frac{16,98 - 9,87}{16,98} = 0,419.$$

La diferencia entre este cociente y el determinado algebraicamente proviene de la misma causa, explicada en el caso anterior.

Hemos tratado de expresar, por medio de fórmulas análogas, el precio de las vigas constituidas según el método de M. Hennebique; pero nuestras tentativas han sido infructuosas, á causa de lo muy variable que es en estas vigas el tanto por ciento de metal, lo cual nos ha impedido conseguir expresar la ley de esta variación.

Según los casos particulares que conocemos, el precio por metro lineal de las vigas de Hennebique es unas veces mayor y otras, menor que el calculado con las fórmulas (35) y (36); de tal suerte, que hay motivo para creer que el precio medio de unas y otras, por metro lineal, es sensiblemente el mismo, cuando se calculan para resistir al mismo momento flector. La afirmación que acabamos de formular se halla, por lo menos, justificada por los cálculos efectuados más arriba para determinar los precios de las vigas A , A' , A_1 y A'_1 . El cuadro del párrafo 14 muestra que nuestra viga A_1 es más económica que la A de M. Hennebique, y que nuestra viga A'_1 es, en cambio, más cara que la A' de M. Hennebique.

Podríamos acabar de justificar nuestra afirmación, multiplicando los ejemplos numéricos. Pero una prueba de esta clase deja siempre subsistir algunas dudas, y hemos creído deber investigar otra.