

las parafinas extraídas del lignito de Sajonia, es á 36 grados para la parafina de alquitran, 43 para la parafina de hulla; el de la parafina extraída de la cera fósil de Galitzia, es á 60 grados, si bien una parte de esa parafina tiene un punto de fusión poco ele-

vado que á veces baja hasta 45 grados. La parafina natural preparada con la ozoquerita no se derrite sino á 65'5 grados. La composición de las diversas clases (que se distinguen por su procedencia) de parafina es la siguiente:

	PARAFINA DE				
	Lignito de Sajonia.	Ozoquerita.	Boghead.	Turba.	Petróleo.
Carbono. . . . .	35'02	85'26	85'00	84'05 á 88'23	85'15
Hidrógeno. . . . .	14'98	14'74	15'36	15'00 » 15'16	15'29

De estos análisis puede deducirse que no todas las parafinas son, como generalmente se supone, mezclas de hidrocarburos de la fórmula  $C^n H^{2n}$ , sino que la parafina (háysese extraído del lignito, de la turba, de la ozoquerita ó del petróleo) es una mezcla de hidrocarburos homólogos del gas de ciénagas (étanos de la fórmula  $C^n H^{2n+2}$ , entre los cuales el gas de ciénaga  $CH_4$ , el primer término de la serie, y los héptanos, óctanos, nónanos, etc., constituyen los elementos del petróleo), que son los términos de la serie que encierran más de 16 átomos de carbono. Las parafinas blandas se componen á tenor de las fórmulas  $C^{18}H^{40}$  y  $C^{20}H^{42}$ ; las parafinas duras, á tenor de las fórmulas  $C^{24}H^{50}$  y  $C^{26}H^{54}$ . La parafina es insoluble en el agua, pero se disuelve en el alcohol, el éter, la esencia de trementina, el aceite de olivas, la benzina, el cloroformo, el sulfuro de carbono: 100 partes de alcohol hirviendo no disuelven más que 3 partes de parafina. Hierve más arriba de 300 grados y se destila sin descomposición. Los ácidos y los álcalis no atacan la parafina á la temperatura ordinaria, y lo mismo le sucede al cloro; pero haciendo actuar cloro gaseoso durante mucho tiempo sobre la parafina licuada por el calor, se forman productos clorados con desprendimiento de ácido clorhídrico. Calentada con bromo la parafina exhala gran cantidad de ácido bromhídrico, y con azufre, ácido sulfhídrico. La parafina puede fundirse en todas propor-

ciones con cera, ácido esteárico, ácido palmítico, así como resina.

Conforme sabemos, la parafina se emplea principalmente para fabricar bujías (*bujías de parafina*, véase pág. 442). Ha sido además propuesta para engrasar, para la conservación de la madera, para guardar ciertos olores agradables, como los de la reseda, de la violeta, de la tuberosa ó vara de Jesús, de las flores de azahar, de los pétalos de rosas y del jazmín (véase pág. 186), para hacer impermeables los toneles y barriles del vino y de la cerveza, para impedir que el jarabe espume y suba durante su cocción en las calderas de evaporación en el vacío, para conservar la carne, para la engrasación del cuero, para hacer impermeables los tejidos, para satinar y alisar el papel glaseado, como sucedáneo de la cera, en la preparación del papel cerado y del ácido esteárico, para embeber los objetos de yeso, en vez del azufre para impregnar las cerillas finas (1); en la fabricación de juguetes, para la confección de cabezas de muñecas, para tomar huellas ó impresiones, y á causa de su fiyeza, en ciertas operaciones químicas. Según *J. Girardin*, la cantidad de parafina que se fabrica anualmente en Francia pasa de 1 millón de kilogramos.

16. ACEITES MINERALES. En la destilación

(1) Se consume mucha parafina en la industria de las cerillas fosfóricas, una sola fábrica sueca en Lidköping empleó en 1872 más de 7,500 kilogramos.

seca del boghead, del esquisto hojeado, del lignito y de la turba se forma, como hemos dicho, *alquitran* cuya cantidad varia con la naturaleza de la materia bruta empleada. Hasta estos últimos tiempos existía alguna duda acerca de la naturaleza del alquitran, mas hoy ya no puede decirse que ese punto no esté completamente dilucidado. Hasta 1830 el alquitran se consideró simplemente como la disolución de una resina pirogénea rica en carbono, hecha en un aceite volátil empiromático, y partiendo de esa hipótesis se deducía verdaderamente que en los diferentes alquitranes no siempre el aceite era idéntico, mas no se determinaba su naturaleza. El primer estudio serio sobre el alquitran fué debido á *Reichenbach*, estudio que trajo el descubrimiento de la parafina y del cuerpo que la acompaña siempre en el alquitran, de la *eupiona*, líquido muy fluido, ligerísimo, que se inflama fácilmente y que arde con una llama iluminante. El punto de ebullición de la eupiona varia de 47 á 169 grados. Es evidente que un líquido cuyo punto de ebullición es tan variable, no puede dejar de ser una mezcla. A pesar de todo su valor, el trabajo de *Reichenbach* no explicaba todos los puntos relativos á la constitución de las diferentes clases de alquitranes, y las investigaciones efectuadas despues no han elucidado de una manera mucho más satisfactoria la cuestión referente á la naturaleza química del alquitran.

Pero la industria encontró entre los elementos del alquitran abundante manantial de materias luminosas buenas para reemplazar con ventaja las grasas y aceites tomados del reino vegetal y del reino animal. El alquitran sometido á la rectificación suministra el *aceite de alquitran*; este aceite con una nueva rectificación puede desdoblarse en una materia iluminante sólida, la parafina, y en cuerpos líquidos oleosos, que desembarazados de antemano de sus elementos pesados y ácidos (ácido carbólico ó fénico), se entre-

gan al comercio bajo los nombres de *fológeno*, *aceite mineral*, *aceite de esquisto*, *ligroina*, *aceite solar*, *hidrocarburo*, *aceite de parafina* (nombre bajo el cual se designa en Inglaterra el aceite de alumbrado extraído del boghead), etc. Estos aceites ofrecen mucha analogía con el *petróleo*, que del mismo modo que los primeros se compone únicamente de carbono y de hidrógeno. Cuando son todo lo más puro posible, casi carecen de color y no tienen más que un olor débil.

Los *aceites minerales*, tales como hoy se encuentran en el comercio, se deben distinguir como sigue: el *fológeno*, tal como se prepara con el lignito en las fábricas de la provincia de Sajonia, se compone de una mezcla de hidrocarburos líquidos de la serie del étano (de la fórmula  $C^n H^{2n+2}$ ), máxime de los términos héptano  $C^7H^{16}$  é hidruro de benilo  $C^{15}H^{32}$ , cuyos puntos de ebullición varian entre 100 y 262 grados; es un líquido claro y muy fluido, de un olor de éter característico y de un peso específico de 0'800 á 0'810; se compone de diferentes aceites cuyos pesos específicos están comprendidos entre 0'760 y 0'865. Los fotógenos ligeros de un peso específico de 0'780, que antiguamente se encontraban en el comercio, se componen en su mayor parte de esencias de un peso específico solamente igual á 0'720; comienzan á hervir antes de los 60 grados, y á causa de la facilidad con que pueden ocasionar incendios, desde mucho tiempo están abandonados como materias alumbrantes. Desde que el fotógeno (esto es, las especies ligeras de él) ya no se emplea como materia alumbrante, se le encuentra en el comercio con el nombre de benzina (benzol, benzolina, nafta, ligroina), y se le emplea para quitar manchas y desengrasar la lana, como sucedánea de la esencia de trementina para carburar el gas de alumbrado, etc. El *aceite solar* ó *petróleo alemán* ha sustituido los fotógenos y los aceites grasos, y ocupa ya con el petróleo

una plaza muy importante entre las materias alumbrantes: es un aceite claro, incoloro ó un poco amarillento, y de una consistencia que á veces se aproxima mucho al aceite de colza. Su peso específico varia de 0'830 á 0'835, y su punto de ebullicion, comprendido entre 160 y 196 grados, es en promedio 178 grados. A los 10 no debe desprender parafina; agitado en un frasco, no debe dejar subir las burbujas de aire más deprisa que el aceite de colza. El aceite solar no suele inflamarse hasta los 100 grados. Por destilacion fraccionada no se separa aceite solar de los productos cuyo punto de inflamacion es inferior á 70 grados. El aceite solar se compone, como el petróleo y el fotógeno, de los términos medios de la serie del étano. Al aceite solar se parece el *pirógeno* preparado por *Breitenlohner* estrayéndolo de los *residuos del aceite bruto*, que se componen de ácido carbólico de parafina y otras sustancias, y que tienen una densidad de 0'895 á 0'945. Esos residuos se acumulan en las fábricas de alquitran en gran cantidad y constituyen masas casi imposibles de utilizar; y por medio de un procedimiento que más adelante describiremos, se convierten en *pirógeno*. Este último es un aceite amarillo claro de un peso específico de 0'825 á 0'845.

El *aceite de engrase* especial para las máquinas (*aceite de lubricar* designado), tambien poco há con el nombre de *aceite vulcano*, se importa de la América del Norte en muy grandes cantidades. Es un aceite espeso, de un peso específico de 0'840 á 0'977, que bajo la influencia del frio da un abundante depósito de pequeños cristales de parafina. Fórmase en gran cantidad en las fábricas de parafina y de aceite solar (*aceite de parafina*) y en las refinerías de petróleo. Segun la descripcion de *Ad. Ott*, el aceite de engrase norte-americano no es un aceite destilado, sino simplemente un petróleo nativo específicamente pasado, incoloro á causa

del carbon, y del cual se ha estraído por volatilizacion la nafta. A veces se mezcla con cierta cantidad de grasa animal ó vegetal. La fabricacion siempre creciente de las grasas para carruajes y máquinas, y otros agentes destinados á lubricar las superficies de rozamiento, absorbe una buena parte del aceite norte-americano; y esos aceites que no se resinifican ni se solidan bajo la influencia del frio de invierno, se emplean con ventaja en Inglaterra para engrasar las puas de los husos en las hilanderías de algodón y en otras fábricas. El comercio de este aceite nació más bien de la necesidad y de la falta de otros modos de empleo, que de la ventaja que pueda proporcionar á los fabricantes. La trasformacion de los aceites de engrasar en *pirógeno* análogo al aceite solar ofrece por lo tanto alguna importancia. El aceite de parafina se ha empleado tambien para fabricar gas de alumbrado: 100 kilogramos dan 60 metros cúbicos de un gas que tiene un poder alumbrante 3 ó 4 veces mayor que el del gas de hulla.

17. FABRICACION DEL ACEITE MINERAL. La fabricacion del aceite mineral se practica al mismo tiempo que la de la parafina. Los productos de la destilacion del alquitran se tratan en aparatos adecuados con una solucion de sosa cáustica, de manera que el contacto del álcali sea tan íntimo como sea posible. Este tratamiento tiene por objeto combinar el ácido carbólico y los cuerpos ácidos análogos al vinagre de leña, que dan á los aceites el olor ingrato que les distingue y su color oscuro. A veces basta conseguir el objeto de tratar los aceites en frio durante 2 minutos con 5 ó 6 por ciento de sosa, mas otras no se puede alcanzar el mismo resultado sino calentando por espacio de dos horas con 20 por ciento de álcali. Así que ha terminado la accion de la lejía de sosa, se hace correr la mezcla en una gran caja colectora de hierro, donde se deposita el carbolato de sodio. Se saca este último y se

lava el aceite con agua hasta desaparecer la reaccion alcalina. El aceite se trata enseguida con el ácido sulfúrico concentrado; 5 por ciento de ácido de un peso específico de 1'70 y un contacto de un minuto son á veces bastantes; pero hay necesidad de emplear 25 por ciento de ácido, que es preciso hacer obrar por espacio de tres horas. El tratamiento por el ácido sulfúrico ejerce una gran influencia sobre la calidad y las otras propiedades de los aceites; pues, en efecto, puede suceder que los aceites, que primitivamente estaban exentos de azufres, se impregnen de ese cuerpo durante el tratamiento con el ácido sulfúrico, porque los elementos más volátiles de los aceites minerales consisten esencialmente en mezclas de aldehidos y acétonos, y por consiguiente de cuerpos que se unen con muchísima facilidad con el ácido sulfuroso. Así que ha terminado la accion del ácido sulfúrico, se traslada la mezcla á otras cajas de palastro, donde se dejan depositar las combinaciones ácidas; los aceites que flotan, se lavan primero con mucha agua y luego con una lejía de sosa débil, y por último, se someten á la rectificacion. Conforme con lo que indicó *H. Vohl*, los aceites de parafina se blanquean á veces con ácido fluorhídrico, lo cual tiene el inconveniente de introducir fluor en el aceite y dar lugar, cuando se verifica la combustion de ellos, á la formacion de combinaciones fluorhídricas nocivas á la salud.

Los álcalis y los ácidos, así como las sustancias que están combinadas con cuerpos durante la purificacion de los aceites, se utilizan de la manera siguiente: La solucion impura de ácido carbólico bruto en la sosa se neutraliza con ácido sulfúrico diluido, que separa el ácido carbólico, y este último puede emplearse para la conservacion del maderamen, velamen y cordaje de los barcos, como desinfectante, para la preparacion de los colores de alquitran, ó bien se puede, quitando el oxígeno del ácido carbólico, con-

vertir en *pirógeno* análogo al aceite solar. Para preparar el *pirógeno* se hacen pasar los aceites brutos reducidos á vapor por un tubo calentado hasta el rojo claro; y despues de tratarse los aceites condensados con la sosa y el ácido sulfúrico, se trasforman en un aceite conveniente de todo punto para quemar en las lámparas. Segun *Perutz*, el líquido alcalino que contiene carbolato de sodio, se destila en seco dentro de una retorta de hierro colado. Obtiénese como productos de destilacion una mezcla de ácido carbólico y de hidrocarburos líquidos y ligeros; pero si se quiere preparar ácido carbólico en estado puro, se recoge el producto que pasa entre 140 y 240 grados, purificándolo de la manera ordinaria. Los álcalis que contienen cok y permanecen en la retorta, se calcinan hasta que se haya quemado todo el carbono; la ceniza obtenida que encierra toda la sosa en estado de carbonato, se lejía con agua, la solucion se vuelve cáustica con cal, se evapora luego hasta que alcance el grado conveniente para la purificacion de los aceites minerales. Se utiliza el *ácido sulfúrico* empleado sirviéndose del sulfato de hierro para la fabricacion. Para rectificar los aceites se procede exactamente como para la destilacion del alquitran.

100 partes de alquitran de turba dieron en productos purificados:

Aceite solar de peso específico 0'865.	26'9 partes.
Fotógeno — 0'830.	20'7 —
Masa de parafina. . . . .	23'3 —
Ácido carbólico bruto (creosota de turba).	11'0 —
	81'9 partes.

100 partes de alquitran de lignito de Sajonia dan en promedio:

Parafina. . . . .	10 á 15 partes.
Fotógeno. . . . .	16 á 27 —
Aceite solar. . . . .	34 á 38 —
Creosota. . . . .	5 á 10 —
Cok. . . . .	15 —

El valor comercial del fotógeno es de 75 á 90 pesetas los 100 kilogramos; el del

aceite solar de 60 á 75, mientras que la parafina vale, segun su dureza, de 150 á 225 pesetas. Las bujías de parafina se venden al precio de 210 á 240 pesetas los 100 kilogramos.

En el imperio de Alemania (principalmente en la provincia de Sajonia) se preparan actualmente con 275 millones de kiló-

gramos de lignito en 50 talleres y 17 grandes fábricas de alquitran:

6,000.000	de	kilogramos	de	parafina.
17,500.000	de	—	de	aceite mineral.
4,500.000	de	—	de	aceite de parafina

para la fabricacion del aceite de engrase y del gas, que representan un valor de más de 15,000.000 de pesetas.

## CAPÍTULO XIV

### PETRÓLEO

1. Generalidades y estado natural.—2. Formacion del petróleo.—3. Estraccion del petróleo.—4. Refino del petróleo.—5. Productos secundarios de las refinarias de petróleo.—6. Constitucion química de los petróleos.—7. Aplicaciones industriales del petróleo.—8. Importancia de la industria del petróleo.

I. GENERALIDADES Y ESTADO NATURAL. Desde 1859 el *petróleo* (*petróleum*, aceite de piedra) ha venido adquiriendo como materia iluminante una importancia considerable que cada día va aumentando, y cuya estension total no puede todavía apreciarse bajo el punto de vista económico. Apenas se hallaría en la historia un objeto cuyo uso se haya propagado con más rapidez en todas las clases de la sociedad que el petróleo, artículo de comercio que, entre los esportados por los Estados-Unidos, ha venido á ser uno de los más importantes.

Desde los tiempos más remotos era conocido y muy generalizado el petróleo. Extraíase, ya en tiempo de los griegos, de la isla de Zante para alimentar el alumbrado de una parte de Grecia; el petróleo de Agri-

gento ardía en las lámparas con el nombre de aceite de Sicilia. El petróleo espeso (alquitran mineral asfalto) que se usó en vez de mortero en la edificacion de Babilonia, procedía de los manantiales situados en las cercanias del Eufrates. El alquitran mineral se empleaba tambien en la preparacion de las momias y en otros diversos usos. Así parece que los antiguos fabricaban ciertos vasos de tierra, colorándolos de negro con arcilla, que cocian poco, á la cual añadían asfalto. La Siria, Mesopotamia y otras naciones del Asia central, contenian grandes cantidades de petróleo espeso, debiendo además mencionarse el mar Muerto, que tambien antiguamente llevó el nombre de *Lago Asfáltide*. Se encuentra además en cantidad bastante considerable, para formar