

MEMORIA

Sobre la composición de los Betúmenes.

Los betúmenes tan abundantemente esparcidos á la superficie del globo, y cuyos usos adquieren cada dia nueva importancia, han sido poco estudiados. Si exceptuamos los resultados del trabajo de M. de Saussure sobre el nafta de Amiano, poco mas conocemos respecto de la naturaleza íntima de las sustancias bituminosas, y la confusion en que se encuentran los mineralogistas que han tratado de clasificar los betúmenes, dimana de la insuficiencia de los datos que la química ofrece en esta materia. En razon de su composición definida, puede asignarse un lugar en el sistema al nafta, á la idrialina, al mellito; pero al llegar á los betúmenes glutinosos, comienzan los embarazos; se ve que una sustancia ordinariamente líquida como el petróleo, se vuelve viscosa y ofrece sucesivamente todos los grados de consistencia hasta llegar al asfalto que es sólido y quebradizo. Se ha concedido siempre, en razon de su gran combustibilidad, que los betúmenes son esencialmente compuestos de carbono y de hidrógeno, y el agua que dan algunas de sus variedades por la destilación seca, hace presumir que no siempre carecen de oxígeno. El betúmen de las minas de Bechelbronn en el departamento del Bajo Rhin atrajo primero mi atención. En estos lugares se extraen arenas bituminosas que entran en la composición de un terreno terciario muy extenso, porque es siempre en medio de los depósitos de época reciente que se encuentran los criaderos importantes de betúmen. Los hay en las tobas basálticas y traquíticas, como en el puente del Castillo en Auvernia, y tambien fué en condiciones geológicas equivalentes que yo encontré inmensos depósitos de alquitran mineral en Mendez, orilla izquierda del rio Grande de la Magdalena ⁴.

Cuando el betúmen se halla en forma líquida, basta separarlo

⁴ Tambien hay fuentes abundantes de betúmen en el terreno aluvial del Alto Magdalena y del Paéz. (Nota del traductor.)

de las piedras y otras materias con que sale de la tierra mezclado. De este modo se beneficia el alquitran mineral en Paita sobre la costa del Perú. Pero cuando está íntimamente mezclado con la arena, como acontece en el departamento del Bajo Rhin y en Seyssel á orillas del Ródano, se extrae hirviendo el mineral con agua. El betúmen sobrenada y se saca de la superficie del agua hirviendo con espumaderas. Las primeras espumas todavia contienen arena, y por tanto se someten á nueva ebullicion. Estas segundas espumas, despues de haberse reposado en vasijas de madera para dejarlas escurrir, se trasladan á un caldero grande en donde se calientan hasta que toda el agua se evapora. Mientras que se enfrían, la arena fina que quedaba se va al fondo, y el betúmen así purificado se halla en estado de entrar en el comercio.

Los betúmenes glutinosos presentan diferencias notables en su consistencia segun las localidades. Los de Lobsann (Bajo Rhin), de Seyssel (Ain), son tenaces á la temperatura ordinaria, y en tiempo frio, sólidos. Estos betúmenes se aplican como alquitran, pero sus usos mas importantes consisten en la mezcla ó composición que sirve para los enlozados, cañerías y otras obras; los de Paita, del Magdalena y de la isla de la Trinidad dan betúmenes que pueden comprenderse en esta variedad.

No se conoce ningun criadero importante de asfalto en Europa. El que se observa en las colecciones nos viene del Mar Muerto, ó Lago Asfáltico. Este mineral tiene pocos usos. Puedo indicar una mina abundante de asfalto en Coxitambo, cerca de Cuenca, República del Ecuador. M. de Humboldt, que describió primero aquel lugar, supone que el asfalto se halla colocado en la parte superior de la arenisca roja.

Terminaré este rápido bosquejo sobre el criadero de estos betúmenes, recordando que el nafta y el petróleo se hallan casi puros y en mucha abundancia en los terrenos arenosos del Asia, los cuales pertenecen probablemente á una formación reciente. No conozco otro hecho que indique que los betúmenes pueden algunas veces hallarse en rocas de una época antigua, sino el que observó M. de Humboldt en la América meridional: este célebre viajero vió en la punta de Araya, golfo de Cariaco, salir el petróleo del micaesquisto bañado por el mar.

El betúmen de Bechelbronn, objeto principal de mi trabajo, es viscoso, de color negro. Ha recibido el nombre de grasa mineral en razon de sus usos, *stein oel*, grasa de Strasburgo. En efecto esta materia se sustituye con ventaja à las grasas de origen orgánico y como tal se usa para disminuir el frotamiento en las máquinas, particularmente en los ejes de los coches.

El alcohol à 40° tiene accion sobre el betúmen, particularmente con el auxilio del calor, y adquiere un color amarillento. Despues de haberlo hervido con el alcohol, el betúmen toma mayor consistencia. El éther sulfúrico disuelve fácilmente el betúmen y permite quitarle el residuo de materias extrañas que pueden quedarle despues de refinado.

Si se somete en una retorta à una temperatura de cien grados, el betúmen de Bechelbronn no da ningun producto, de lo que se deduce que no contiene nafta. Cosa que se hubiera podido admitir *à priori* considerando como se extrae de la arena. Para salir de la duda, me propuse averiguar si la arena, al momento de sacarla de la mina y àntes de someterla à las operaciones necesarias para separar el betúmen, contenia ó no el nafta. No hallé indicio alguno de nafta en un quintal de arena que, recientemente sacada de la mina, destilé con agua.

Calentando el betúmen dentro de un baño de aceite hasta la temperatura de 230°, se obtienen algunas gotas de un liquido oleoso, y aunque esta destilacion se hace con tanta lentitud, que son necesarios muchos dias para conseguir diez gramos de esta materia oleosa, no puede excederse este grado de calor cuando se quieren extraer los principios volátiles que el betúmen contiene sin mezcla de otros que se desprenden à un grado de calor superior. Esta materia oleosa y volátil asi obtenida por destilacion es lo que constituye el principio liquido de los betúmenes glutinosos, y como forma la parte esencial del petróleo, la llamo petroleno. Para obtener una cantidad suficiente de petroleno, destilé el betúmen de Bechelbronn con agua, poniendo en un alambique grande, de capacidad de docientas botellas, doce à quince libras de betúmen, y un recipiente florentino en la extremidad del tubo condensador. El aceite que se consiguió de este modo es muy flúido, pero de un color oscuro, lo que dimana de las porciones del betúmen que la ebullicion del agua

lanza en el tubo. Se rectifica este aceite destilándolo en una retorta despues de haberlo pasado por cloruro de calcio para desecarlo. Esta segunda destilacion da el petroleno puro que es de un color amarillo claro, de poco sabor y de un olor apenas sensible de betúmen. La densidad es de 0,891, un frio de—12° no le hace perder su fluidez. Mancha el papel como los aceites esenciales, y arde esparciendo humo denso. El petroleno hierve à 280° del termómetro centigrado, el alcohol lo disuelve poco y es mas soluble en el éther.

Los análisis siguientes prueban que el petroleno es un carburo de hidrógeno.

	Acido carbónico.		Agua.	
I.	0,262	dieron 0,837		0,303
II.	0,282	» 0,896		0,311
III.	0,290	» 0,929		0,310
IV.	0,289	» 0,922		0,310
	I.	II.	III.	IV.
Carbono	0,883	0,880	0,885	0,884
Hidrógeno	0,121	0,122	0,119	0,119
	1,004	1,002	1,004	1,003

Se ve pues que el petroleno es isomérico con el aceite esencial de limon, con la esencia de trementina y el aceite de copaiba. No pudiendo combinar el petroleno con los ácidos sulfúrico y clorhidrico, he tomado para descubrir su peso atómico la densidad de su vapor por el método de M. Dumas ¹.

El vapor del petroleno pesa 9° 4 15.	
20 vol. de vapor de carbono =	8,432
16 vol. de hidrógeno =	1,101
	9,538

Multiplicando por cuatro para tener el peso atómico, se tiene:

80 átomos de carbono =	3,060 8
64 átomos de hidrógeno =	400 0
	3,460 8

Segun M. Dumas, la densidad del vapor de la esencia de trementina es de 4,765, que es precisamente la mitad de la densidad

¹ Peso del recipiente lleno de aire 78 gr. 143. Baróm. 745^{mm}, 5^m term. 21° 2.
Lleno de vapor 79 220.
Capacidad del recipiente à 21°, 2. 297 cent. cub.
Aire que quedó en el recipiente 20 c. cub. Pres. 728^{mm} term. 21,2.
Temperatura del vapor 310°. (Nota del autor.)

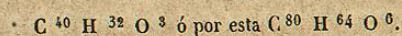
del vapor del petroleo. El petroleo, como los aceites que son isoméricos con él, contiene 0,885 de carbono y 0,115 de hidrógeno.

Después de la preparacion alcoólica, el betúmen de Bechelbronn adquiere mucha consistencia, y el alcohol queda impregnado de petroleo que es fácil separar destilando la tintura alcoólica. Mas el alcohol solo no basta para quitar al betúmen todo el petroleo, porque á medida que el betúmen pierde su fluidez, disminuye la accion disolvente del alcohol. La destilacion del betúmen á un calor constante y suficientemente elevado no da mejores resultados. Después de muchos ensayos, el mejor arbitrio que hallé para separar el betúmen de su principio volátil, fué calentándolo hasta 250° en una estufa de aceite de M. Gay-Lussac, hasta que cesa de haber disminucion en el peso, operacion larga que dura 45 á 50 horas, aunque solamente se verifique en dos gramos de materia. Por este método una parte del petroleo se oxida y pasa al estado sólido ó de asfalteno, de modo que respecto de esta sustancia el análisis es imperfecto. Mas como ya este principio volátil se ha examinado, se consigue lo principal que es examinar el principio sólido, que se obtiene puro en esta operacion. El es negro, muy brillante, fractura concoidea, pesa mas que el agua. Calentado á 300°, se ablanda y adquiere elasticidad. Se descompone ántes de derretirse. Arde como las resinas dejando un residuo muy abundante. Cuando se extrae el principio fijo de un betúmen que ha sido purificado previamente con el éther, entónces no queda residuo después de la combustion. Este cuerpo posee todos los caracteres del asfalto, y como por otra parte forma la parte esencial de este mineral, le llamo asfalteno.

0,299 de asfalteno quemados por medio del óxido de cobre dieron :

Acido carbónico.	0,814	agua	0,268
— carbono.	0,750		
— hidrógeno.	0,099		
— oxígeno.	0,148		

Esta composicion se representa por la fórmula siguiente :



Lo que parece indicar que el asfalteno es el resultado de la

oxidacion del petroleo. El asfalteno es insoluble en el alcohol, y soluble en el éther, los aceites comunes y la esencia de trementina. Lo mismo sucede con el petroleo.

El betúmen de Bechelbronn puede considerarse como una mezcla de petroleo y de asfalteno, esto es por lo ménos lo que se deduce de su análisis. El betúmen analizado, fué ántes purificado por medio del éther.

	Acido carbónico.	agua.
I.	0,357	dieron 1,125 0,360
II.	0,385	1,211 0,400
		I. II.
Carbono.	. . . . .	0,871 0,870
Hidrógeno.	. . . . .	0,113 0,112
Oxígeno.	. . . . .	0,016 0,018

Parece pues, conforme á esta composicion, que el betúmen de Bechelbronn contiene :

Petroleo,	0,854
Asfalteno,	0,146

En esta suposicion se tendria :

Carbono.	. . . . .	0,868
Hidrógeno.	. . . . .	0,112
Oxígeno.	. . . . .	0,020

Aunque no he analizado el betúmen de Lobsann, he adquirido la certidumbre de que contiene los dos principios que he encontrado en el de Bechelbronn ¹.

En resúmen, considero que los betúmenes glutinosos pueden mirarse como mezclas en todas proporciones de los dos princi-

¹ Con la sola diferencia de que en Lobsann predomina el asfalteno: así es que el betúmen que se extrae de aquellas minas se aplica sobre todo para fabricar escayolas, mezclándolo con guijarros, en una proporcion que se puede deducir de la circunstancia de que el quintal doble ó métrico de betúmen puro se vende á razon de 80 francos y el de la escayola ó mezcla á 14 francos. Un quintal de esta última materia puede aplicarse en una superficie de seis metros cuadrados, y poco mas de una pulgada de espesor; y de este modo se usa para enlozar las calles en las ciudades, para azoteas, etc. En donde como en América el corte de las piedras es costoso, seria de mucha importancia la creacion de esta industria y sus aplicaciones. En Julio de este año de 1846 visite las minas de Lobsann y observé que, á pesar de que la temperatura del aire era de 30° centígrados, el betúmen de que estaban cubiertos y enlozados los patios y caballerizas no se ablandaba; por tanto creo que bien puede emplearse en la zona tórrida con ventaja y economia, pues no faltan minas de esta sustancia. Solo en las provincias de Mariquita y Neiva, en la Nueva Granada, conozco cuatro, que llaman allá *neme*, y cuya situacion á poca distancia del Magdalena facilita los trasportes. (Nota del traductor.)

pios que tienen cada uno una composición definida. Uno de ellos (el asfalto), sólido y fijo, se aproxima por su naturaleza al asfalto; el otro (el petróleo), líquido, oleoso y volátil, se parece por algunas de sus propiedades á ciertas variedades de petróleo. Esta es la razón por qué varía la consistencia de los betúmenes por decirlo así hasta lo infinito, y basta que uno ú otro de los dos principios domine en la mezcla, para aumentar ó disminuir su fluidez. Mas siempre se puede reducir un betúmen á mayor consistencia y solidez, volatilizándolo por medio del calor una parte del principio líquido, y esto hacen los habitantes de Paita con el betúmen que tienen, naturalmente demasiado fluido, para calafatear sus embarcaciones, que es el uso para que lo aplican.

La analogía aparente que hay entre el asfalto y el asfalto de los mineralogistas me decidió á averiguar si ella continuaba hasta en la composición. Sometí al análisis el asfalto de Coxitambo, que ciertamente puede considerarse como tipo de la especie. El asfalto de Coxitambo tiene la fractura concoidea, mucho brillo, y por su color negro y brillante podría pasar por piedra obsidiana; su densidad es de 1,68. El asfalto de Coxitambo se disuelve con mucha dificultad en el petróleo y en los aceites comunes, y esta es la única diferencia, que parece provenir de la grande cohesión del asfalto natural, pues en todos los demás caracteres es idéntico con el asfalto. Pulverizado el asfalto de Coxitambo con una lima, y quemado, hallé que dejaba 0,016 de cenizas ligeramente ferruginosas.

Por dos experiencias, 0,307 de asfalto (deduciendo las cenizas) me dieron en el análisis:

Acido carbónico,	0,819	agua	0,201
— carbono.	0,750		
— hidrógeno.	0,095		
— oxígeno.	0,155		

Esta composición se aproxima pues mucho á la del asfalto sacado del betúmen de Bechelbronn.

RELACION

De una ascension al Chimborazo, ejecutada el 16 de diciembre de 1831 por M. Boussingault.

Después de diez años de trabajos asiduos había por fin realizado los proyectos de mi juventud que me condujeron al Nuevo Mundo, había determinado la altura del barómetro al nivel del mar entre los trópicos, la posición de las principales ciudades de Venezuela y de la Nueva Granada, y conocido por muchas nivelaciones la forma de las cordilleras; había adquirido los datos más exactos sobre los criaderos de oro y de platina de Antioquia y del Chocó; había establecido sucesivamente mi laboratorio en el cráter de cada uno de los volcanes vecinos del Ecuador, y finalmente había tenido la fortuna de poder continuar mis observaciones sobre la disminución del calor en los Andes intertropicales, hasta la enorme altura de 5500 metros. Me hallaba en Riobamba descansando de mis últimas excursiones al Cotopaxi y al Tunguragua, y también porque quería examinar cómodamente y saciar mis ojos, si me es permitido usar de esta expresión, con la contemplación de estas majestuosas cimas nevadas que tantas veces me habían procurado las dulces emociones de la ciencia, y á las cuales muy pronto debía decir un á dios eterno.

Riobamba presenta quizá el diorama más singular del universo. La ciudad no encierra en sí misma cosa notable, y está situada en uno de aquellos llanos áridos tan comunes en los Andes, y que tienen todos un aspecto hiemal característico que produce en el viajero cierta sensación de tristeza, la cual depende acaso en parte de que para subir á estos lugares se atraviesan siempre los sitios más pintorescos, y de que nunca se pasa sin sentimiento del clima suave de los trópicos, á las escarchas del norte. Se divisaban desde la casa en que yo habitaba el *Capac-Urcu*, el *Tunguragua*, el *Cubillé*, el *Carguairazo*, y en fin al norte el *Chimborazo*, y otras muchas montañas célebres que sin tener el honor