

sobre las variaciones de fluidez de los gases, el tiempo que transcurre entre dos choques sucesivos de las moléculas gaseosas es independiente de la velocidad con que éstas se mueven, lo cual no podría ocurrir sino con moléculas elásticas blandas; en cuanto á las duras, el tiempo que media entre dos choques consecutivos sería inversamente proporcional á las velocidades del movimiento de las moléculas.

„Sabemos por los trabajos de Joule, Maxwell y Clausius que la velocidad media de las moléculas del oxígeno, del nitrógeno y del aire atmosférico es de unos 500 metros por segundo á la temperatura y á la presión ordinarias, y que el tiempo medio entre dos choques consecutivos es de 1 cincomillonésima de segundo. Síguese de aquí que la longitud media de la trayectoria de cada molécula entre dos choques consecutivos es de $0^{mm},0001$ próximamente. Ahora, como hemos desechado la hipótesis de las moléculas elásticas duras, en que las dimensiones de las moléculas así como los choques tenían una significación perfectamente determinada, nos es preciso definir estos términos. Observemos á este efecto, que cuando dos moléculas chocan, la distancia de sus centros es minimum, y que cuando se separan en virtud de la repulsión que sigue al choque, esta distancia aumenta. Si las moléculas fuesen duras, el minimum de la distancia de los centros sería igual á la suma de los radios; pero en realidad es muy distinta en diferentes choques; y considerando solamente el caso de que las moléculas fuesen iguales, podríamos definir el radio de una molécula diciendo que es la mitad del promedio de la distancia más corta de los centros en un gran número de choques.

„El diámetro de una molécula será, pues, el doble del radio así definido, y su volumen una esfera de este radio ó de su diámetro. La definición del radio que acabamos de adoptar no es enteramente exacta; pero la admitimos aquí para facilitar la combinación que nos proponemos hacer de los resultados obtenidos por Clausius y Maxwell.

Según los experimentos de Cagniard de la Tour, Faraday, Regnault y Andrews sobre la condensación de los gases, hay que admitir que ningún gas se puede hacer 40.000 veces más denso que á la presión y á la temperatura ordinarias sin que su volumen resulte más pequeño que la suma de los volúmenes de sus moléculas. Ahora bien; según el gran teorema de Clausius que hemos mencionado, la longitud media de la trayectoria entre dos choques consecutivos no puede ser mayor que 5.000 veces el diámetro de la molécula, y el número de éstas que contenga la unidad de volumen no puede exceder de 20.000.000, dividido por el volumen de una esfera que tenga esta longitud media por radio.

„Siendo la longitud de la trayectoria, según hemos dicho, igual á una diezmilésima de milímetro, el diámetro de las moléculas gaseosas no debe bajar de 5 diezmillonésimas de milímetro, y el número de las contenidas en un centímetro cúbico de gas, á la densidad ordinaria, tampoco puede pasar de 6×10^{24} ó 6.000.000.000.000.000.000.

„Por lo que respecta á los sólidos y á los líquidos, como su densidad es de 5 á 16.000 veces mayor que la de los gases, el número de sus moléculas en un centímetro cúbico es de 3×10^{25} á 10^{26} . En virtud de esto, la distancia de los centros de dos moléculas será de 14 á 16 diezmillonésimas de milímetro.

En vista de todos estos datos, ¿cómo es posible figurarse la constitución de un cuerpo, por ejemplo, la de una gota de lluvia ó la de una bolita de vidrio de la dimensión de un guisante? Estas partículas de materia, tan ínfimas en comparación de nuestras propias dimensiones y con mayor motivo, comparadas con la Tierra misma, son en realidad mundos. Acabamos de ver cuán prodigioso espacio de tiempo sería necesario, no ya para contar uno á uno los átomos que las componen, sino siquiera cada gru-

po de mil millones de átomos. Thomson hace una comparación que, desde el punto de vista del espacio, produce la misma impresión de casi infinidad que la de Gaudín desde el punto de vista del tiempo. „Amplíemos con el pensamiento, dice, la aglomeración de moléculas que forma una gota de agua, y conservemos á sus diámetros y á sus distancias las mismas dimensiones relativas hasta que la gota de agua haya adquirido un tamaño igual al volumen de nuestra Tierra. La esfera que así resulte estará compuesta de esferillas mayores que perdigones y menores que naranjas.

Vamos á reproducir ahora, tomándolo de Clerk-Maxwell, un cuadro en el que se resumen algunos datos moleculares, calculados por los varios métodos precedentes, métodos que tan sólo hemos indicado, pero que concuerdan en fijar á los datos en cuestión números de la misma consideración. Estos datos son relativos á los cuatro gases hidrógeno, oxígeno, óxido de carbono y ácido carbónico. He aquí el cuadro:

	Hidrógeno	Oxígeno	Ox. de carbono	Acido carbónico	
PRIMERA CATEGORÍA	Masa de la molécula (hidrógeno = 1)	1	16	14	22
	Velocidad media en metros por segundo	1859	465	497	396
SEGUNDA CATEGORÍA	Trayecto medio en diezmillonésimas de milímetro	965	560	482	379
	Número de millones de choques por segundo	17750	7646	9489	9720
TERCERA CATEGORÍA	Diámetro en diezmillonésimas de milímetro	5'8	7'6	8'3	9'3
	Peso (unidad = 1 miligramo dividido por 10^{25})	46	736	644	1012

Terminaremos este breve capítulo sobre la física molecular, así como el último tomo de esta obra, con un pensamiento que juzgamos de gran trascendencia y que copiamos del último físico á quien acabamos de referirnos, de Clerk-Maxwell.

Poniendo en oposición la inmutabilidad de las propiedades de las moléculas mismas con la variedad de las que pertenecen á los cuerpos por ellas constituídos, se hace cargo de una verdad que la Física y la Química modernas han establecido como base inquebrantable de la ciencia, á saber: que las moléculas de la misma especie química permanecen absolutamente idénticas á sí mismas é invariables, cualesquiera que sean las evoluciones de los cuerpos orgánicos ó inorgánicos en que se encuentran, en cualquier combinación que puedan entrar en la sucesión de los tiempos. „Consideremos, dice, las propiedades de dos clases de moléculas, las del oxígeno y las del hidrógeno. Podemos proporcionarnos muestras de oxígeno de fuentes muy distintas, del aire, del agua, de las rocas de cada edad geológica. La historia de estas muestras ha sido muy diferente; y si por espacio de millares de años la diversidad de las circunstancias podía producir una diferencia de propiedades, estas muestras de oxígeno la habrían hecho patente. Del propio modo podemos sacar hidrógeno del agua, de la hulla, y, como lo ha conseguido Graham, del hierro meteórico. Tómense dos litros de cualquier ejemplar de hidrógeno y se combinará exactamente con uno de cualquier ejemplar de oxígeno, formando exactamente también dos litros de vapor de agua.

„Si durante toda la historia anterior de una ú otra de estas muestras, que han estado aprisionadas en las rocas, ó corriendo hacia el mar, ó recorriendo regiones desco-

nocidas con los meteoritos, hubiera habido alguna modificación, no se habrían conservado estas relaciones. La luz de las estrellas, analizada con el espectroscopio, nos prueba también que esos mundos remotos están contruídos con moléculas cuya identidad con las moléculas terrestres la demuestra la identidad de sus vibraciones. Su distribución en el tiempo y en el espacio varía sin cesar; puede concebirse que sufra tales cambios, que los mundos mismos y sus sistemas más estables en la apariencia sean trastornados por revoluciones que abarcan incalculables millones de siglos, en el seno

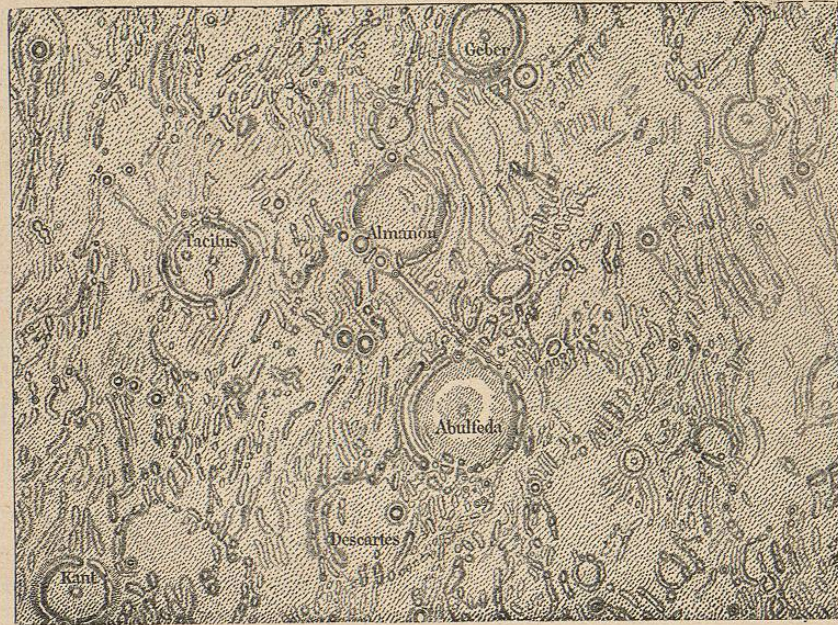


Fig. 241.—Fragmento del mapa de la Luna, de Beer y Mædler

de espacios tan grandes que nos dan la idea de lo infinito; y en medio de esas transformaciones, únicamente la materia, sus moléculas constitutivas, sus masas y, aun pudiéramos añadir, sus cantidades de movimiento, subsisten invariables. Así lo demuestra atinadamente Clerk-Maxwell cuando dice para terminar: "Aunque en el transcurso de las edades hayan ocurrido y deban ocurrir todavía catástrofes en los cielos, aunque deban desaparecer antiguos sistemas y formarse otros nuevos con sus reliquias, las moléculas de que todos estos sistemas están contruídos, piedras angulares del universo material, subsistirán sin romperse ni desgastarse. Hoy, lo mismo que en la más remota antigüedad, continúan siendo perfectas en número, peso y medida, y las indelebles propiedades que están incrustadas en ellas nos enseñan que debemos considerar como los más notables atributos del hombre nuestras aspiraciones á la exactitud de las medidas, á la verdad en la afirmación, á la justicia en la acción."

FIN DEL TOMO TERCERO Y ÚLTIMO.

ÍNDICE DEL TOMO TERCERO

LA METEOROLOGÍA

	PÁGINAS
INTRODUCCIÓN.	5
NOCIONES PRELIMINARES	
I. Forma y dimensiones de la Tierra.	11
II. Extensión y distribución de las tierras y de las aguas.	16
III. El relieve de los continentes.	19
IV. Profundidad de los mares.	25
LIBRO PRIMERO.—EL AIRE Y LOS FENOMENOS HIGROMÉTRICOS	
CAPÍTULO PRIMERO.—CONSTITUCIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA. 29	
I. Ideas de los antiguos sobre el aire y la atmósfera.	29
II. Peso de la atmósfera: averiguación de su altura.	31
III. Ley de decrecimiento de la densidad de las capas atmosféricas.	39
VI. El aire atmosférico: su composición química.	41
V. Constitución química del aire atmosférico: gas ácido carbónico.	46
VI. Los polvillos inorgánicos de la atmósfera.	54
VII. Los polvillos orgánicos de la atmósfera.	58
CAPÍTULO II.—LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA. 63	
I. Las observaciones barométricas.—Uso de los instrumentos.	63
II. Medición de alturas con el barómetro.	72
III. Medición de alturas por el punto de ebullición del agua.—Hipsómetro.	76
IV. Variaciones periódicas de la presión de la atmósfera.—Variación diurna.	78
V. Presión barométrica media: sus variaciones.	84
CAPÍTULO III.—LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA. 89	
I. Oscilaciones accidentales é irregulares de la presión atmosférica.	89
II. Oscilaciones irregulares del barómetro.—Rosa barométrica de vientos.—Las lluvias, las tempestades.	91
III. Barómetros anotadores ó barométrógrafos.	96
IV. Hipótesis sobre la causa de las variaciones periódicas y de las variaciones irregulares de la presión atmosférica.	100