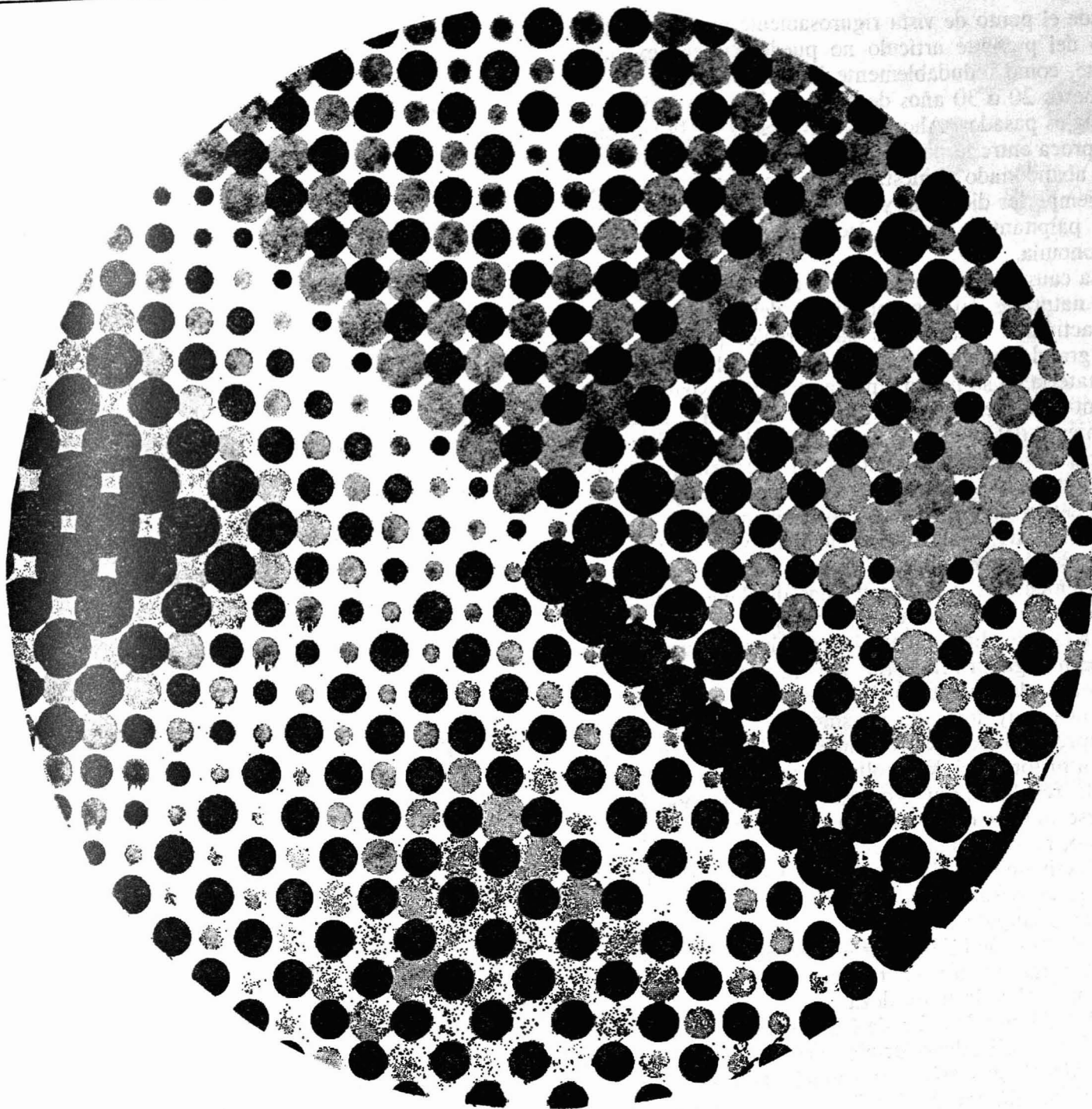


**MIJAIL
OMELIANOVSKI***

LA PARTICULA ELEMENTAL DE LA MATERIA Y EL UNIVERSO



* De la Academia de Ciencias de la URSS.

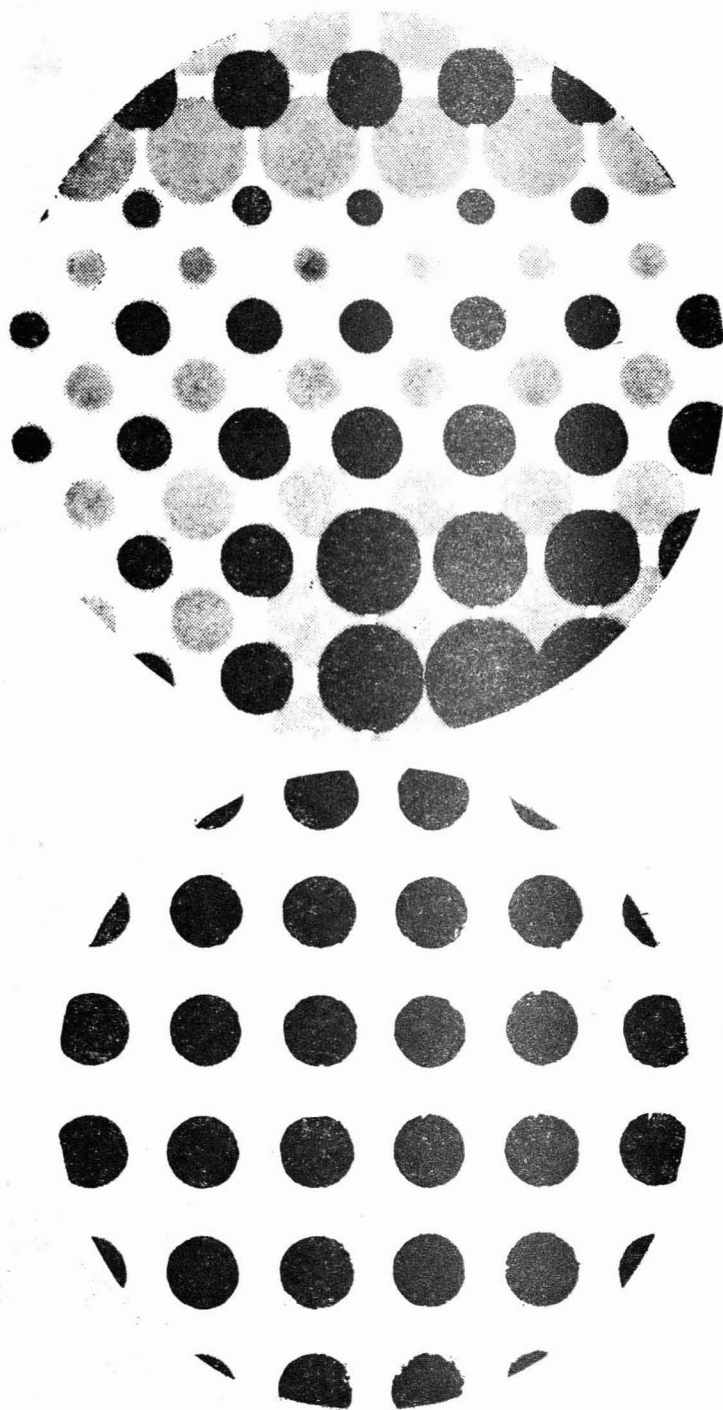
Desde el punto de vista rigurosamente científico el título del presente artículo no puede parecer extravagante, como indudablemente hubiera ocurrido en los primeros 20 o 30 años de nuestro siglo, sin hablar ya de siglos pasados. Ahora, los problemas de la relación recíproca entre la partícula fundamental y el Universo han abandonado el inestable terreno filosófico, que en su tiempo les dio vida, y se han convertido en problemas palpitantes, por no decir más, de la física y la astronomía.

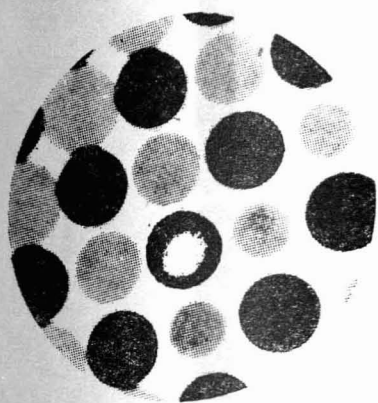
La causa de esto radica en el desarrollo de las ciencias naturales. El descubrimiento del electrón y de la radiactividad crearon las bases reales para descifrar dos grandes enigmas relacionados con el problema de la materia en su micro y megaestado: la estructura del átomo y la fuente de energía solar (estelar). El descubrimiento del cuanto de acción dio origen al atomismo no clásico y la nueva concepción interiormente ligada a él, desconocida para las viejas ciencias naturales, de la relación recíproca entre lo fundamental y lo complejo, la parte y el todo, el elemento y el sistema, que no podía dejar de abarcar los problemas de las partículas elementales y los problemas del Universo, uniéndolos entre sí de una u otra forma.

En la física han empezado a surgir problemas de una gran envergadura filosófica (ahora puede hablarse más bien del planteamiento de estos problemas, pues aún estamos muy lejos de su solución) y, como ocurre siempre, cuando los problemas se plantean de tal modo, la historia del desarrollo del pensamiento filosófico puede resultar aquí provechoso; de ella podrían extraerse indicaciones sobre su posible solución, por supuesto, no en forma concreta.

Efectivamente, si recurrimos a los grandes filósofos de épocas pasadas que investigaron los problemas del universo cuando no existían las ciencias naturales como tales, es fácil descubrir en ellos ideas como las que hoy figuran en la primera línea de la ciencia contemporánea sobre la naturaleza.

El dialéctico Nicolás de Cusa, célebre predecesor filosófico de Giordano Bruno, con su doctrina sobre la *coincidentia oppositorum* enunció la tesis acerca de que el "mínimum absoluto" (cualquier objeto, incluso





el más insignificante) coincide con el "máximo absoluto" (el mundo).¹

Según Leibniz, las mónadas, que con arreglo a su doctrina constituyen la base de cuanto existe, al mismo tiempo que son cerradas están ligadas con todo el mundo, con la particularidad de que representan por sí solas, según palabras de Leibniz, "universos comprimidos".

En Demócrito, gran materialista de la antigua Grecia y uno de los fundadores del atomismo, los átomos figuran no sólo como formaciones microscópicas indivisibles, sino también como mundos enormes. A su modo, se parecen mucho a los "fridmones" de M. Márkov, nociones ultramodernas acerca del micromundo y el universo, nacidas de la teoría general de la relatividad y de las que hablaremos más adelante.

Examinemos en forma más sistemática las ideas referentes al tema.

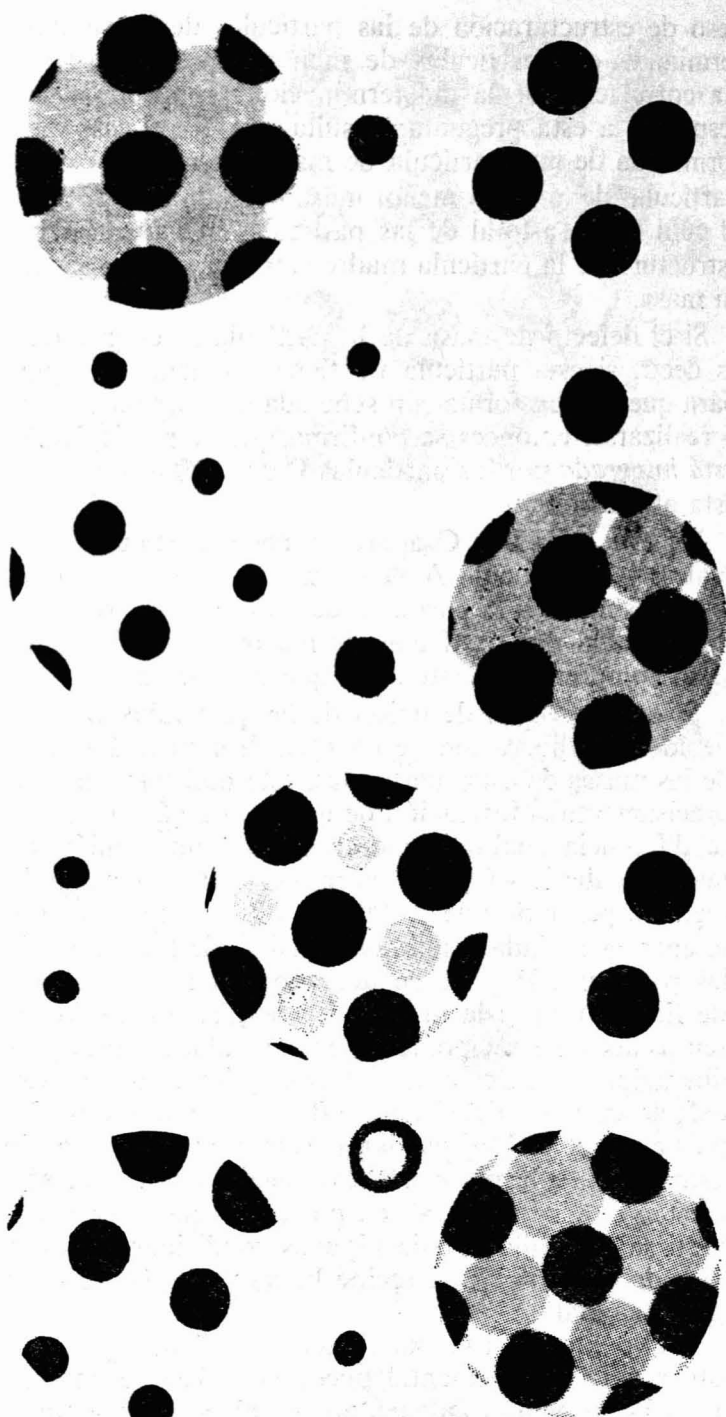
Supongamos que la partícula de gran acción (adron) A se transforma ("desintegra") en la combinación (se convierte en sistema) de adrones B y C.

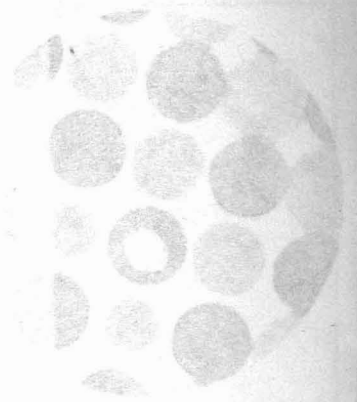
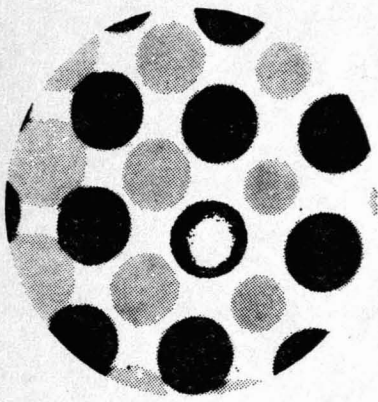
$$A \rightarrow B + C$$

con la particularidad de que la probabilidad de esta transformación es muy grande. Entonces, la suma de los correspondientes números cuánticos de los adrones B y C deberá coincidir (de acuerdo con las leyes de la conservación) con los números cuánticos análogos del adron A; esta es una de las condiciones indispensables de la transformación de adrones que examinamos.

Otra condición es, como se sabe, la existencia del defecto de masa. Si el defecto de masa de la partícula A es pequeño, es decir, si esta partícula tiene suficiente energía para que la transformación ("desintegración" en las partículas B y C) tenga lugar efectivamente, entonces se confirma que la partícula A *consta* de las partículas B y C. Admitamos que las partículas B y C constan a su vez de partículas con menor masa que las iniciales, y estas últimas de partículas con menor masa todavía . . . , ¿hasta dónde puede prolongarse este pro-

¹ Debe recordarse que en Nicolás de Cusa se tiene en cuenta el ser divino, que comprende todo el mundo y que se encuentra en cualquier objeto.





ceso de estructuración de las partículas de masa determinada con partículas de menor y menor masa? La correlación de la indeterminación proporciona la respuesta a esta pregunta: resulta que el proceso de formación de una partícula de masa determinada con partículas de menor y menor masa tiene un límite, tras el cual la masa total de las partículas que forman la estructura de la partícula madre empieza a sobrepasar su masa.

Si el defecto de masa de la partícula A es grande, es decir, si esta partícula no tiene suficiente energía para que la transformación señalada más arriba llegue a realizarse, entonces se confirma que la partícula A *está integrada* por las partículas B y C. ¿Qué significa esta afirmación?

En este caso B y C aparecen como partículas virtuales, y la partícula A posee una estructura virtual. Aquí resulta que la partícula de masa dada parece estar formada por partículas de mayor masa. Es necesario comprender la situación que se ha creado.

Si en el proceso de unión de las partículas B y C, debido a la liberación de energía, disminuye la suma de las masas de estas partículas, este hecho testimonia precisamente la formación de un sistema ($B + C$), que se diferencia cualitativamente de la simple unión de las partículas B y C; esto, en primer lugar. En segundo lugar, a pesar de que al formarse el sistema ($B + C$) la energía radiada disminuye la suma de las masas de las partículas B y C, de acuerdo con la correlación de Einstein entre la masa y la energía, solamente intensas acciones recíprocas pueden conducir a una gran liberación de energía y, por consiguiente, a un gran defecto de masa del sistema ($B + C$). En este caso las partículas B y C no pueden existir, y no existen en la estructura de la partícula A de una manera real, sólo existen en forma virtual, en potencia (que puede convertirse en realidad bajo algunas condiciones nuevas, cuando la partícula A recibe la correspondiente energía adicional).

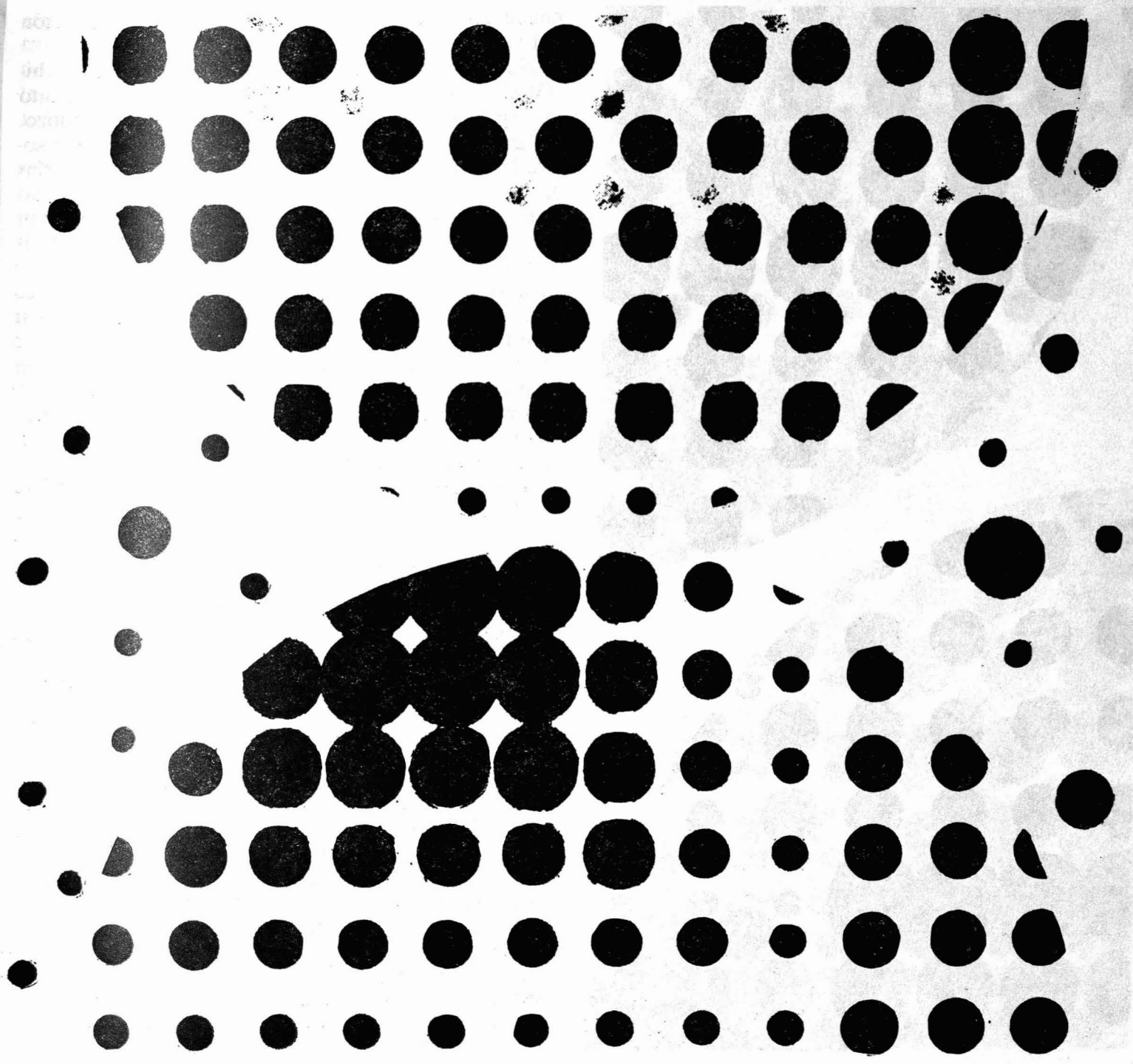
Del punto de vista examinado recordamos que cualquier partícula elemental puede considerarse compleja, y la partícula fundamental compleja como elemen-

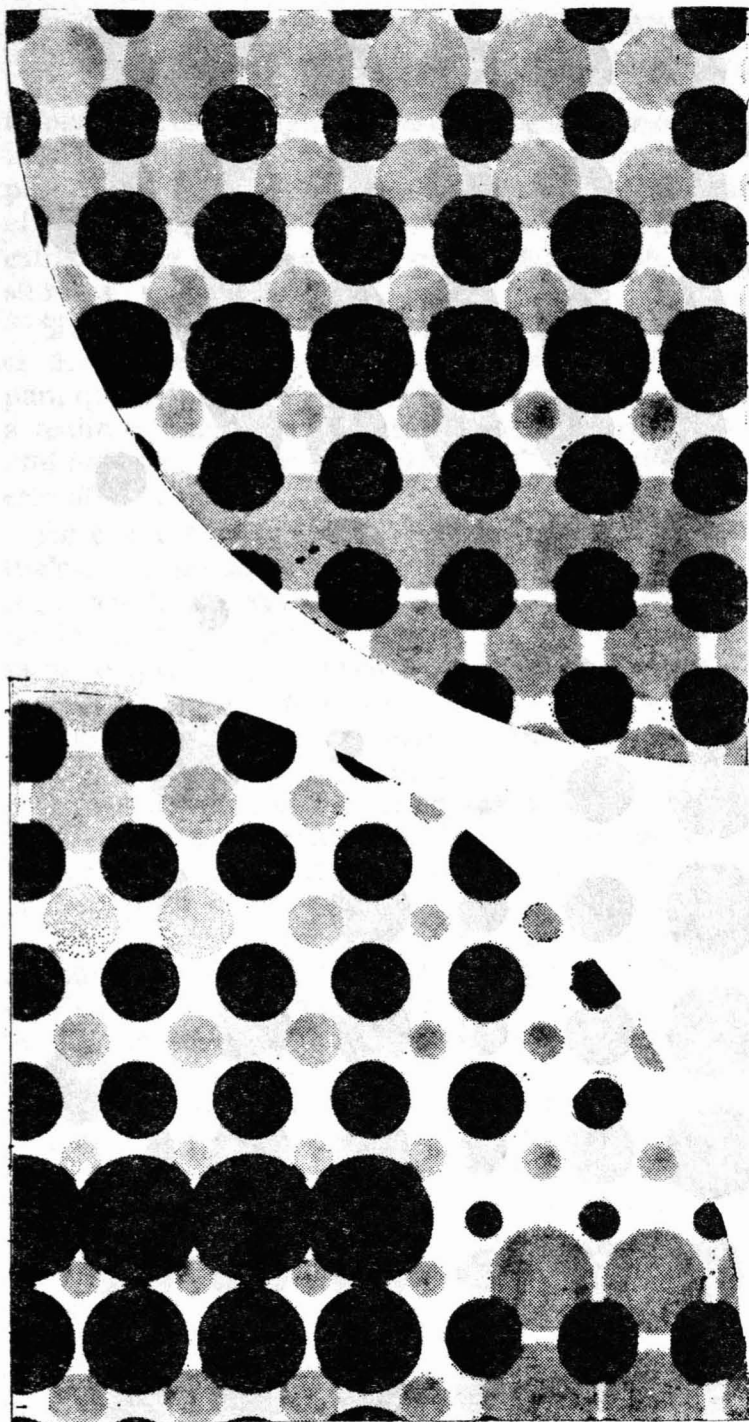
tal; la existencia de las correspondientes condiciones para la transformación de las partículas decide esta cuestión (la relatividad de los conceptos de lo elemental, de lo complejo y de la estructura en el mundo de las partículas elementales). Desde este mismo punto de vista se considera que los hipotéticos quarks tienen una masa igual a la masa de muchos nucleones. En general, todas las proposiciones de esta índole presuponen la idea de que las interacciones intensas tienen la propiedad de crear en los sistemas de partículas el correspondiente defecto de masa.

Admitamos ahora que determinadas partículas elementales están "constituidas" por quarks, y estos últimos por otras partículas más pesadas y así sucesivamente; ¿a qué conclusiones nos llevarían semejantes razonamientos? ¿quizás a reconocer la existencia de partículas fundamentales con una masa infinitamente grande?

Este problema lo investigó M. Márkov, que demostró la existencia de un límite superior para la masa de las partículas fundamentales; a las partículas fundamentales más pesadas las denominó maximones. Según opinión de Márkov, los maximones —partículas gigantes a escala del micromundo— se unen en partículas más pequeñas y bajo esta unión empieza a actuar un nuevo mecanismo —el colapso gravitacional— cuya existencia explica ya fenómenos astronómicos.

El colapso gravitacional —densificación espacial del sistema bajo la influencia de las fuerzas de gravitación de los cuerpos que lo forman—, que prácticamente aumenta de manera instantánea la energía de conexión de las partículas, conduce a un enorme defecto de masa, a una diferencia colosal entre la suma de las masas de los maximones y la masa de la partícula en la que las densifica el colapso gravitacional. Para que se inicie el colapso es necesaria una densidad enorme de la sustancia, hoy no existente en la parte del Universo que nos es conocida. Semejante densidad pudo existir cuando nuestro Universo (según la teoría de Fridman) empezó a dilatarse. Por consiguiente, desde el punto de vista de la hipótesis de los maximones, el comienzo de la aparición de las partículas elementales, hoy





conocidas, coincide con el comienzo de la dilatación del Universo, que continúa en nuestros días.²

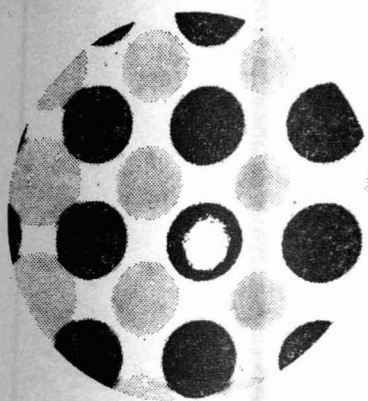
No era nuestro propósito analizar con detalle la hipótesis acerca de los maximones, tanto más por cuanto su exposición aquí tiene el carácter estricto de esbozo. Solamente subrayaremos que esta hipótesis surgió sobre la base de las nociones y principios de las teorías físicas contemporáneas. Según nuestro criterio, las cuestiones de esta naturaleza se resolverán con mayor exactitud a base de teorías físicas fundamentales más generales y profundas que las actuales y en las que no se dará la contradicción que hoy existe entre la física cuántica y relativista. Únicamente queríamos subrayar que las teorías físicas contemporáneas plantean en un plano suficientemente concreto de las ciencias naturales el problema de la unidad de la partícula elemental y el Universo, extremadamente simple y extremadamente complejo, si bien hay otros muchos problemas que dichas teorías no abarcan. La labor científica en el plano correspondiente continúa y seguirá realizándose en lo sucesivo; por esta senda se hallarán indudablemente nuevas verdades, a las que, por ahora, la ciencia sólo va aproximándose, sin saber todavía cuánto se ha acercado a ellas.

Como confirmación de que esto es así puede servir, por ejemplo, la reciente hipótesis de los fridmones, que pertenece igualmente a M. Márkov. Nos limitaremos a hacer unas observaciones superficiales sobre esta hipótesis.

De acuerdo con la teoría general de la relatividad son posibles situaciones en las que la interacción gravitacional puede conducir a un gran defecto de masa, es decir, desempeñar en los sistemas correspondientes el papel de fuerte interacción. Así, pues, debido al gran defecto gravitacional de masa, la masa total de todos los cuerpos del universo queda reducida a la nada por la interacción gravitacional entre ellos.

Si consideramos el universo según Fridman no cerrado del todo ("casi" cerrado), entonces la masa total de este universo, en dependencia de este "casi", puede ser tan pequeña como se quiera, por ejemplo, puede

² Sobre los maximones véase el artículo de M. Márkov en *Physikalische Blätter*, Hf. 8, 1969.



tener la masa del neutrón, y para el observador exterior su comportamiento no se diferenciará del comportamiento de una partícula elemental como el neutrón (a pesar de que en su interior puede contener todo un sistema de galaxias).

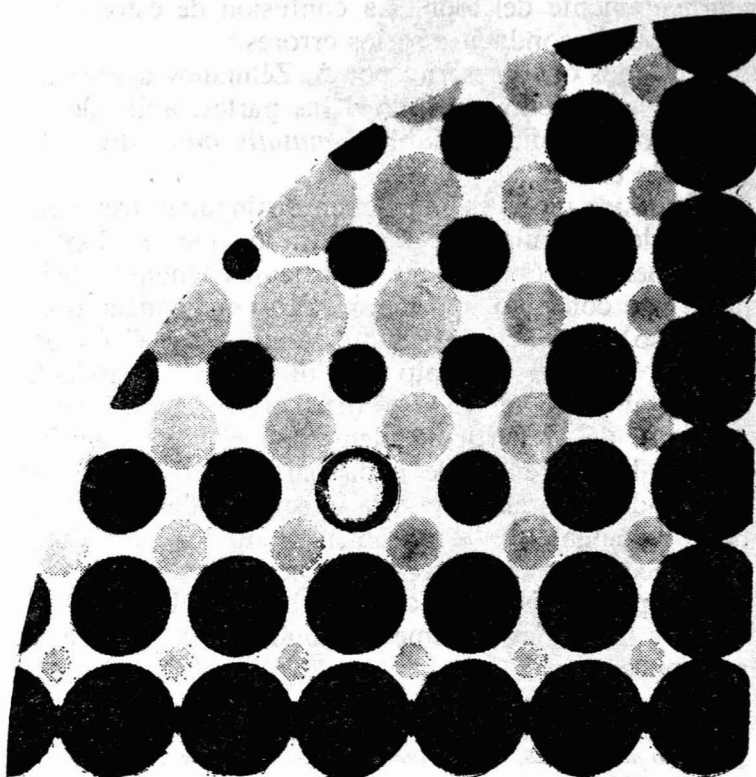
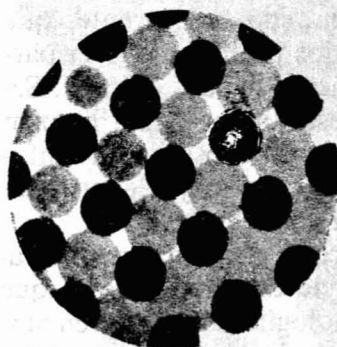
Se advierte la siguiente propiedad fundamental de semejantes universos: si ha surgido un universo semicerrado con una carga eléctrica tan grande como se quiera, este sistema resulta inestable; tiende a reducir su masa total (dando origen a diversos tipos de pares de partículas cargadas y reduciendo así su carga eléctrica total) y de esta forma a cerrarse lo más posible. Resulta que el sistema tiende a formar un cierto sistema límite con una carga eléctrica total de determinada magnitud, independientemente de la magnitud de la carga eléctrica inicial (que puede ser tan grande como se quiera).

Se admite que el valor final de la carga eléctrica del sistema límite puede ser aproximada a la carga de la partícula elemental. Este sistema, en su estado final, se denomina fridmón. Márkov señala que el fridmón, con sus sorprendentes propiedades, no es fruto de la fantasía poética; el sistema de ecuaciones Einstein-Maxwell contiene soluciones fridmón.³

Por consiguiente, las teorías físicas contemporáneas permiten interpretar el universo como una micropartícula, y la micropartícula puede contener en sí todo un universo. Dicho en otros términos, la física contemporánea conjuga en un todo único las propiedades opuestas de los mundos supergrandes y ultrapequeños.

A pesar del carácter hipotético de semejantes propuestas, sobre todo si se toma en consideración que tienen en cuenta sólo parcialmente el carácter cuántico de las leyes del micromundo y que las leyes de la teoría de la relatividad se consideran aplicables sin ningún "pero" para las más pequeñas distancias, de todas formas, con el estado actual de la ciencia puede considerarse demostrado que el abismo abierto por la razón

³ Véase M. A. Márkov, "Sobre el concepto de materia original", *Voprosi filosofii* (Problemas de Filosofía), 1970, No. 4 (en ruso); del mismo autor: *El hermetismo del universo y las leyes de conservación de las cargas eléctricas, de barión y de leptones*, Preprint 024534, Dubná, 1969 (en ruso).



entre el Universo y el micromundo es aparente, que los problemas del Universo y los problemas de la partícula elemental están sólidamente ligados entre sí. Señalaremos una vez más que esta unión y esta ligazón no son el resultado de reflexiones filosóficas “confusas”, de ellas habla en el austero lenguaje de sus conceptos una ciencia tan exacta como es la física.

Para concluir, nos detendremos en una manifestación de A. Zélmanov que afecta de cerca al tema que nos ocupa. Según él, en cosmología deben diferenciarse, por lo visto, tres conceptos de Universo, para los que se pueden aceptar convencionalmente las expresiones siguientes: “Universo en su totalidad”, “Universo como un todo único” y “todo el Universo”. El primero de estos conceptos —afirma Zélmanov— significa el todo independientemente de sus partes; el segundo, significa el todo en su relación con las partes y todas las partes en su relación con el todo; por último, el tercero de estos conceptos significa todas las partes independientemente del todo. La confusión de estos conceptos puede conducir a serios errores.⁴

Pensamos que lo escrito por A. Zélmanov acerca de la correlación entre el todo y las partes, aplicado al Universo, se refiere también, *mutatis mutandis* a la partícula elemental.

A nuestro modo de ver deben distinguirse tres conceptos de partícula elemental, para los que se adoptan las siguientes proposiciones: “partícula elemental como tal” (este concepto se asemeja al primer concepto de Universo), “partícula elemental como sistema” (semejante al segundo concepto de Universo), y “partícula elemental como tal y, a la vez, como sistema” (este concepto de la partícula elemental, el cual significa que de la existencia de cada partícula elemental se desprende inevitablemente la existencia de otras partículas elementales —se tiene en cuenta los adrones—, se parece al tercer concepto de Universo).

Así, pues, existe otro aspecto de la unidad del Universo y la partícula elemental, que está expresado en sus conceptos.

⁴ Véase A. L. Zélmanov, “Acerca del planteamiento del problema cosmológico”, *Trabajos del II Congreso de la Sociedad astronómica-geodésica de la URSS*, Moscú, 1960, pp. 82-83 (en ruso).

