

por aceleradores de partículas, se tuvieron en cuenta los posibles usos de los rayos beta ordinarios derivados de productos de fisión. Muchos procesos industriales exigen un tratamiento superficial mediante radiaciones más bien que una irradiación penetrante y, para ellos, pueden resultar de especial utilidad las fuentes de irradiación beta de productos de fisión.

Con el problema del rendimiento tecnológico se encuentra relacionada la cuestión de los costos. La conferencia no sólo estudió las ventajas respectivas de diversos tipos de fuentes de radiación sino también la cuestión más amplia de si el tratamiento por irradiación resulta o no más atractivo desde el punto de vista económico que los métodos de tratamiento

tradicionales y en qué esferas puede serlo. También se examinaron las posibilidades de reducir los costos del tratamiento por irradiación en determinados sectores.

Por último, la conferencia permitió proceder a un intercambio general de información sobre los aparatos de irradiación instalados en diversos países y sobre la naturaleza de las aplicaciones experimentales y comerciales que actualmente se efectúan. Se procedió a una evaluación de la cuestión en su conjunto, así como de la situación general del consiguiente desenvolvimiento científico y tecnológico, y de las orientaciones que es probable que siga ese desenvolvimiento en un futuro próximo.

---

## PROGRESOS REALIZADOS EN LA FUSION TERMONUCLEAR

### NUEVA FUNCION DEL OIEA

En la actualidad, la fusión termonuclear controlada constituye la empresa más ardua que tiene ante sí la ciencia atómica, por razón no sólo de la gran complejidad del problema, sino también de los beneficios virtualmente infinitos que se espera lograr una vez se alcance ese objetivo. Las perspectivas son apasionantes; si se llega a provocar reacciones termonucleares controladas de las que pueda obtenerse una producción neta de energía, se habrá encontrado tal vez una solución permanente al problema que plantea las crecientes necesidades energéticas del mundo, ya que se conseguirá combustible de una fuente tan abundante como es el agua.

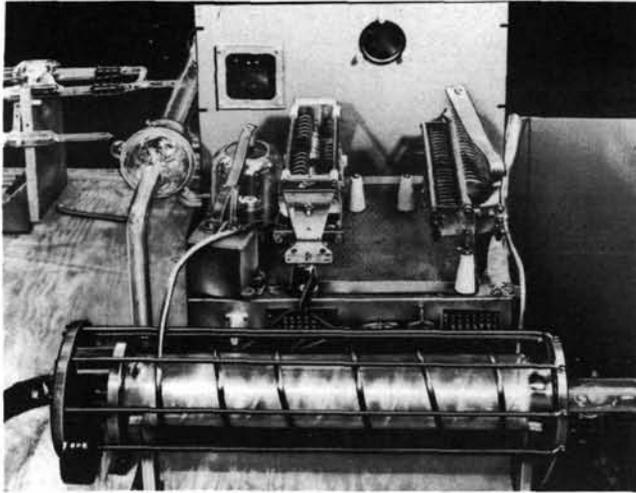
Sin embargo, el entusiasmo general con que fueron acogidas las primeras noticias relativas a esta posibilidad no encontró el debido contrapeso en una conciencia clara de las dificultades formidables que esa tarea supone. Los debates de la Conferencia celebrada el pasado año en Ginebra revelaron al gran público la índole de algunas de esas dificultades. Tanto durante la Conferencia como después de ella, los hombres de ciencia se han mostrado generalmente circunspectos en formular predicciones muy optimistas, y los informes publicados en el último año sobre el progreso de las investigaciones termonucleares justifican, por su parte, esta actitud de cautela.

Podría señalarse, sin embargo, que el hecho de que se haya atenuado, como era inevitable, el optimismo inicial, se debe solamente a que hoy se comprenden mejor las dificultades y, por consiguiente, los problemas fundamentales de orden científico y técnico de la fusión termonuclear. Y precisamente este mejoramiento progresivo de la comprensión, este aumento de conocimientos y experiencia, basados en una labor de investigación y experimentación continuas, constituyen la mejor garantía del éxito definitivo, del que apenas dudan los que se esfuerzan

por alcanzarlo. No obstante, el camino que conduce a ese éxito presenta dificultades evidentes y, en algunos aspectos, sigue siendo imprevisible.

El problema fundamental, como ya se sabe generalmente, consiste en calentar deuterio gaseoso a una temperatura a la que los núcleos se fusionen al moverse con una velocidad suficiente para vencer su mutua repulsión eléctrica y, al mismo tiempo, mantener el gas en un estado de extrema densidad, de suerte que los núcleos choquen unos con otros, se fusionen, liberen energía en forma de calor y provoquen así una especie de reacción térmica en cadena. La temperatura necesaria es extremadamente elevada, pero los hombres de ciencia confían en poder obtenerla mediante descargas eléctricas de fantástica potencia. Más difícil se presenta la tarea de lograr que el gas supercalentado, o plasma, como se le denomina cuando está totalmente ionizado, se comporte de un modo complaciente. Debe mantenerse en un estado de extrema densidad aun después de calentarlo a una temperatura de muchos millones de grados centígrados. En realidad, tiene que contenerse a sí mismo, por decirlo así; no debe tocar las paredes de su recipiente material, ya que con ello perdería parte de su calor y, además, provocaría la evaporación del recipiente.

Así se puso mejor de manifiesto la necesidad de proceder a un extenso intercambio de conocimientos y experiencias, a fin de precaver toda posible duplicación de las tareas y lograr progresos más rápidos, mancomunando las informaciones relativas a los resultados experimentales y conclusiones teóricas más recientes. El Comité Consultivo Científico del Organismo Internacional de Energía Atómica ha adoptado una importante medida en esa dirección al recomendar que el Organismo sirva de centro mundial de intercambio de informaciones sobre los progresos



La llamada "estricción" en gas criptón sobrecalentado en un experimento realizado en el Laboratorio Científico de Los Alamos (Estados Unidos). La línea en blanco indica la descarga eléctrica y la "estricción"

realizados en las investigaciones termonucleares y la física del plasma. Una de las recomendaciones formuladas por el Comité va encaminada a que el Organismo inicie la publicación de una revista científica destinada exclusivamente a esa materia. El Comité emitió el parecer de que, en vista del interés creciente manifestado en muchos países por las investigaciones termonucleares, sería conveniente que las tareas se orientasen en las direcciones que ofrecieran mejores perspectivas y que se iniciase una cooperación en el plano mundial. Los miembros del Comité procedentes de los tres países más adelantados en esta esfera -Sir John Cockcroft, del Reino Unido, el Profesor Vasilij S. Emelyanov, de la Unión Soviética, y el Profesor Isidor I. Rabi, de los Estados Unidos- aseguraron al Organismo que harían gestiones personales a fin de tratar de obtener de sus Gobiernos respectivos una ayuda considerable para el desempeño de este nuevo cometido.

Se hallan ya bastante adelantados los planes relacionados con la aplicación de la recomendación mencionada. Se estima que la publicación de la proyectada revista se iniciará el año próximo. Entre otras cosas, figurarán en ella trabajos originales sobre investigaciones teóricas y aplicadas, así como sobre los progresos técnicos afines.

### Valor de la cooperación

Si se alcanzan satisfactoriamente los objetivos de la recomendación, se dará un poderoso impulso a las investigaciones sobre la fusión termonuclear, no sólo en los países en que éstas ya vienen realizándose metódicamente, sino también en otros varios en que las investigaciones de ese tipo se han iniciado o proyectado en pequeña escala. Una amplia difusión de los conocimientos y experiencia adquiridos permitiría a estos últimos países ahorrar parte de los tanteos preliminares y arrancar de un punto que supone un progreso hacia la meta. Por lo que respecta a

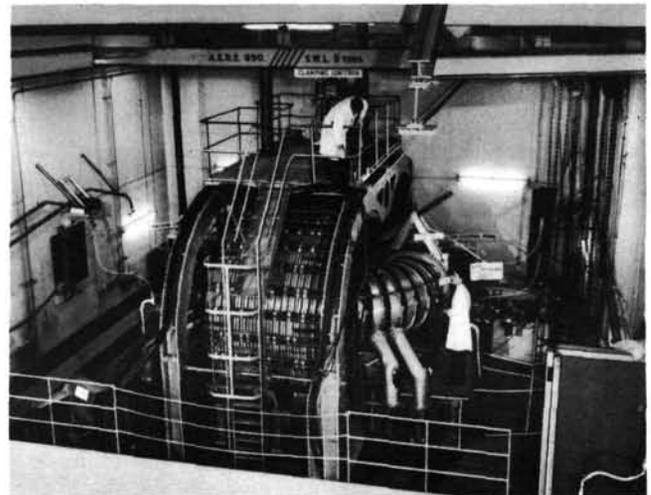
los países adelantados, estos eminentes hombres de ciencia han puesto de relieve la utilidad de los intercambios de informaciones. Refiriéndose al que tuvo lugar en Ginebra el pasado año, el Profesor L. A. Artsimovich, de la Unión Soviética, dijo: "Es éste, probablemente, el paso más importante que se ha dado hacia la solución del problema".

### Comportamiento del plasma

El plasma reacciona en la medida en que, como consecuencia de una potente descarga eléctrica, se ve comprimido y limitado por su propio campo magnético. Este efecto de estricción, como se le denomina, produce una especie de botella magnética que contiene al plasma; pero, al parecer, la dificultad estriba en conseguir que la botella se mantenga estable y a prueba de escapes. Se ha tratado de impedir los escapes aplicando líneas de fuerza magnética adicionales; sin embargo, como ha dicho un hombre de ciencia, hasta ahora el plasma se ha mostrado más astuto que los científicos. Ha frustrado en gran medida los diversos intentos realizados para darle estabilidad, pero los hombres de ciencia van comprendiendo mejor cada día las causas de su inestabilidad y esperan encontrar la manera de eliminarlas. Se estima que, si se logra dominar el plasma, así como alcanzar y mantener las temperaturas necesarias, se producirá la fusión termonuclear. La fase siguiente de la tarea consistirá en conseguir que la cantidad de energía obtenida en virtud de esta fusión sea superior a la consumida para calentar el plasma. Entonces, la producción de energía podrá ajustarse al ciclo tradicional, o bien, como han predicho algunos científicos, es posible que se encuentre la manera de generar electricidad directamente a partir del calor así obtenido.

Vienen realizándose investigaciones y experimentos continuos sobre estos problemas en diversos países, especialmente en el Reino Unido, los Estados

Vista de Zeta, aparato en que se realizaron en Harwell (Reino Unido) experimentos encaminados a controlar las reacciones termonucleares. Pueden verse las bobinas del transformador y el tubo en forma de B, en los que se calentó deuterio gaseoso a una temperatura de 5 000 000 de grados centígrados



Unidos de América y la Unión Soviética. En la Conferencia celebrada en Ginebra el pasado año, se hicieron públicas gran cantidad de informaciones sobre esta cuestión, las cuales revelaron el hecho sorprendente de que la labor realizada en todos los países más adelantados en materia de investigaciones termonucleares seguía orientaciones prácticamente análogas. Como era lógico, los procedimientos técnicos diferían en algunos aspectos; aun dentro del mismo país se abordaba el problema con técnicas distintas. Sin embargo, en todos estos experimentos, los problemas fundamentales con que se tropezaba eran los mismos y los resultados obtenidos presentaban analogías asombrosas. Refiriéndose a este hecho, el Profesor Edward Teller, de los Estados Unidos, dijo: "Es notable el estrecho paralelismo con que se desarrollan las investigaciones. Sin duda esto se debe a que todos vivimos en el mismo mundo y obedecemos a las mismas leyes naturales".

Desde que se dio este paso, ha transcurrido un año que ha sido de intensa actividad para los especialistas en la fusión termonuclear. Se han evaluado de nuevo los resultados obtenidos, al mismo tiempo que se han realizado nuevos experimentos, introduciendo las modificaciones técnicas que parecían ofrecer mejores perspectivas. Es posible que los resultados de estos experimentos sugieran nuevos procedimientos o mejoras en las actuales técnicas experimentales. Por esto es necesario dar a ese intercambio continuo de informaciones un carácter permanente,



Maqueta de OGRA, máquina termonuclear experimental construida en la URSS. El Profesor Werner Heisenberg, famoso físico alemán (segundo a partir de la izquierda), examinando la maqueta en la exposición organizada en Ginebra con motivo de la Conferencia que se celebró el año pasado

lo que se conseguirá en gran medida gracias al programa de trabajo del OIEA en esta esfera de actividad.

## INVESTIGACIONES RADIOBIOLÓGICAS

Tanto la seguridad en la producción y empleo de sustancias radiactivas como la protección contra las radiaciones ionizantes son cuestiones que presentan un interés directo para el Organismo Internacional de Energía Atómica. El Organismo viene tratando, por una parte, de establecer normas de seguridad y, por otra, de fomentar las investigaciones sobre los efectos biológicos de las radiaciones. Dado el uso creciente de las fuentes de radiación en el mundo entero, las investigaciones radiobiológicas revisten una importancia fundamental, puesto que las medidas de protección radiológica y el tratamiento de las radiopatas sólo pueden ser adecuados y eficaces cuando se comprenden de un modo claro y completo los efectos que las radiaciones ionizantes ejercen sobre los organismos vivientes.

Ya se ha realizado una labor considerable en esta esfera. En la actualidad, es bien sabido que las radiaciones ionizantes son nocivas para la vida orgánica; en realidad, los efectos dañinos de las radiaciones desde el punto de vista biológico vienen observándose desde los primeros tiempos de la radiología. En los últimos años se ha difundido el conocimiento de los riesgos que presentan, y se está procurando idear métodos de protección y de tratamiento.

Aunque hoy se conocen muchos síntomas de las lesiones ocasionadas por las radiaciones, aún no se comprende a fondo ni su carácter ni la forma en que se producen. No es extraño que una dosis de irradiación extremadamente elevada provoque la muerte instantánea de las células expuestas; lo que sí sorprende es que las células mueran aun con dosis que suponen cantidades minúsculas de energía. Poco se sabe acerca de la forma sutil en que se inician cambios muy complicados en las células, aunque las dosis de irradiación sean pequeñas. La tarea principal consiste en descubrir cómo provoca la irradiación esos cambios y en examinar el carácter de los mismos. Dicho de otro modo, se trata de saber por qué y cómo la irradiación produce esos efectos. Para que las medidas de protección y de tratamiento tengan eficacia, ha de resolverse primero adecuadamente esta cuestión.

### Contratos de investigación

El OIEA ha concertado con instituciones científicas de distintos países varios contratos de investigación sobre problemas cuya solución puede aclarar diversos aspectos de esta cuestión. Una de esas investigaciones consistirá en estudiar los efectos de